

# Proračun konstrukcije i fizike zgrade stambene građevine u Splitu

---

**Bečić, Dalibor**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:260827>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-27**



*Repository / Repozitorij:*

[FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

# **DIPLOMSKI RAD**

**Dalibor Bečić**

**Split, 2020.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

**Dalibor Bečić**

**Proračun konstrukcije i fizike zgrade stambene  
građevine u Splitu**

**Diplomski rad**

**Split, 2020.**

## **Proračun konstrukcije i fizike zgrade stambene građevine u Splitu**

### ***Sažetak:***

U radu je prikazan proračun nosive konstrukcije i fizike zgrade armiranobetonske građevine. Građevina se sastoji od podruma, prizemlja i četiri kata. Proračun i dimenzioniranje je izvedeno u skladu s Europskim normama i tehničkom propisu. Građevina se izvodi u armiranom betonu monolitnom izvedbom. Proračun fizike zgrade izvršen je u računalnom programu Ki Expert. Proračunom je definirana toplinska zaštita i analizirana ušteda toplinske energije.

### ***Gljučne riječi:***

armiranobetonska konstrukcija, proračun konstrukcije, fizika zgrade, potresna otpornost

## **Calculation of the structure and physics of a residential building in Split**

### ***Abstract:***

This work presents the calculation of the load - bearing structure and physics of a reinforced building. The building consists of a basement, ground floor and four stories. The calculation and dimensioning was performed in accordance with European standards and technical regulations. The building is made of reinforced concrete with a monolithic design. The calculation of the physics of the building was performed in computer program Ki Expert. It defines thermal protection and analyzes thermal energy savings.

### ***Keywords:***

reinforced concrete structure, construction calculation, building physics, seismic resistance

**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

**STUDIJ: DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**

**KANDIDAT: Dalibor Bečić**

**BROJ INDEKSA: 721**

**KATEDRA: Katedra za teoriju konstrukcija**

**PREDMET: Dinamika konstrukcija i potresno inženjerstvo**

**ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD**

Tema: Proračun konstrukcije i fizike zgrade stambene građevine u Splitu

Opis zadatka: Na temelju danih arhitektonskih podloga, potrebno je izraditi proračun AB nosive konstrukcije te proračun fizike zgrade.

Izrađeni projekt mora sadržavati:

- tehnički opis
- proračune
- građevinske nacрте

U Splitu, srpanj 2020.

Mentor Diplomskog rada:

Doc. dr. sc. Ivan Balić

Komentor Diplomskog rada:

Doc. dr. sc. Nikolina Živaljić

Predsjednik Povjerenstva  
za završne i diplomske ispite:

Doc. dr. sc. Ivo Andrić

## Sadržaj

1.	TEHNIČKI OPIS.....	1
1.1.	Uvod.....	1
1.2.	Opis konstrukcije.....	1
1.3.	Lokacija i opterećenje.....	1
1.4.	Temeljenje.....	1
1.5.	Materijali.....	2
1.6.	Proračunske metode.....	3
1.7.	Opisno projekt toplinske zaštite.....	4
2.	ANALIZA OPTEREĆENJA.....	5
2.1.	Opterećenja.....	5
2.2.	Opterećenje vjetrom.....	8
2.3.	Opterećenje snijegom.....	10
2.4.	Potresno opterećenje.....	12
2.5.	Slučajni torzijski učinci.....	14
3.	KOMBINACIJE OPTEREĆENJA.....	15
4.	PRORAČUN MEĐUKATNE PLOČE.....	16
4.1.	Prikaz modela i rezultata.....	16
4.2.	Proračun potrebne armature.....	20
4.3.	Kontrola progiba.....	22
4.4.	Kontrola pukotina.....	23
5.	PRORAČUN KROVNE PLOČE.....	26
5.1.	Prikaz modela i rezultata.....	26
5.2.	Proračun potrebne armature.....	30
5.3.	Kontrola progiba.....	32
5.4.	Kontrola pukotina.....	33
6.	PRORAČUN MEĐUKATNE GREDE.....	36
6.1.	Prikaz modela i rezultata.....	36
6.2.	Dimenzioniranje grede na moment savijanja.....	37
6.3.	Dimenzioniranje grede na poprečnu silu.....	38
6.4.	Kontrola progiba.....	40
6.5.	Kontrola pukotina.....	41
7.	PRORAČUN KROVNE GREDE.....	43

7.1.	Prikaz modela i rezultata.....	43
7.2.	Dimenzioniranje grede na moment savijanja.....	44
7.3.	Dimenzioniranje grede na poprečnu silu.....	45
7.4.	Kontrola progiba.....	47
7.5.	Kontrola pukotina .....	48
8.	PRORAČUN STUBIŠTA.....	50
8.1.	Prikaz modela i rezultata.....	50
8.2.	Proračun potrebne armature.....	52
9.	PRORAČUN TEMELJNE PLOČE.....	53
9.1.	Prikaz modela i rezultata.....	53
9.2.	Proračun potrebne armature.....	57
9.3.	Kontrola progiba.....	58
9.4.	Kontrola pukotina .....	58
10.	PRORAČUN KONSTRUKCIJE NA POTRESNO DJELOVANJE .....	61
10.1.	Prikaz modela i rezultata .....	61
11.	PRORAČUN ZIDOVA .....	65
11.1.	Prikaz modela i rezultata .....	65
11.2.	Proračunska ovojnica momenata savijanja i poprečnih sila .....	67
11.3.	Dimenzioniranje karakterističnog zida .....	69
11.3.1.	Dimenzioniranje na moment savijanja i uzdužnu silu .....	69
11.3.2.	Određivanje duljine rubnog elementa i razmještaj savojne armature .....	71
11.3.3.	Dimenzioniranje na poprečnu silu.....	73
11.3.4.	Izračun ovojne armature u rubnom elementu.....	74
11.3.5.	Izračun $\omega_{wd}$ za usvojeni detalj ovojne armature .....	74
12.	PRORAČUN ZIDOVA NA BOČNO OPTEREĆENJE.....	75
12.1.	Analiza opterećenja.....	75
12.2.	Prikaz modela i rezultata .....	76
12.3.	Proračun potrebne armature .....	78
13.	FIZIKA ZGRADE .....	79
13.1.	Nacrti s ucrtanom granicom grijanog dijela zgrade.....	79
13.2.	Podaci o lokaciji objekta .....	82
13.3.	Popis građevnih dijelova zgrade .....	84
13.4.	Proračun građevnih dijelova zgrade.....	89
13.5.	Vanjski otvori.....	103

13.6.	Proračun toplinskih mostova .....	104
13.7.	Koeficijenti transmisijskih gubitaka .....	104
13.8.	Proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje .....	106
13.8.1.	Toplinski gubici .....	106
13.8.2.	Toplinski dobici .....	108
13.8.3.	Proračun potrebne topline za grijanje i hlađenje .....	109
13.8.4.	Rezultati proračuna .....	111
13.9.	Iskaznica energetske svojstava zgrade .....	112
13.10.	Primijenjene norme i propisi .....	113
14.	LITERATURA .....	117
15.	GRAFIČKI PRILOZI .....	118



# 1. TEHNIČKI OPIS

## 1.1. Uvod

Predmet proračuna je AB konstrukcija nepravilnog pravokutnog oblika sa ravnim istočnim i zapadnim dijelom te smaknutim sjevernim i južnim. Sam volumen sa svojim dužim stranicama postavljen je u smjeru istok-zapad sa glavnom južnom orijentacijom uglavnom svih stanova.

Građevina je projektirana kao stambena katnosti Po+P+4K orijentacije sjever-jug okvirnih dimenzija 26,60x16,00 m.

## 1.2. Opis konstrukcije

Konstrukcija objekta je koncipirana kao sustav povezanih AB zidova s međukatnim i krovnim monolitnim AB pločama i temeljnom AB pločom.

Temeljna AB ploča je debljine 45 cm C30/37 armirana je mrežastom armaturom u dvije zone prema proračunu.

Nosivi zidovi su AB debljine 20 cm C25/30. Armatura svih zidova definirana je u statičkom proračunu.

Zidovi podruma se nakon postavljanja hidroizolacije i drenaže zasipaju. Konstrukcija je proračunata da preuzima horizontalne potiske tla. Konstrukcija nije računata na hidrostatski pritisak pa je izvedba, pregled i održavanje drenaže obavezno.

Međukatne i krovne konstrukcije su monolitne AB ploče debljine 18 cm, C25/30. Armature AB ploča i greda definirane su statičkim proračunom.

Stubište je dvokrako. Kosa ploča stubišta i podesti su debljine 18 cm. Detalj armiranja spoja kose ploče stubišnog kraka s međukatnom pločom se nalazi u nacrtima.

Dimenzije i armatura greda prema statičkom proračunu. Duljina sidrenja i nastavljanja svih rebrastih šipki cca. 60-80cm, min 50Ø.

## 1.3. Lokacija i opterećenje

Objekt je lociran u Splitu i prema propisima spada u II zonu opterećenja vjetrom.

Osnovna brzina vjetra je 30 m/s. Za granično stanje nosivosti uz povratni period od 475 godina, očekuje se potres s ubrzanjem tla  $a_g=0,220$ . Konstrukcija seizmičke sile preuzima sustavom AB zidova.

## 1.4. Temeljenje

Temeljno tlo prema proračunu treba biti kompaktno i ujednačeno minimalne nosivosti cca 370 kN/m<sup>2</sup> za osnovno i seizmičko naprezanje i očekivana zanemariva slijeganja.

Prije izvedbe temeljne ploče postaviti sloj podbetona neposredno nakon iskopa radi zaštite trošnog lapora od degradacije.

## 1.5. Materijali

Temelji su iz C30/37. Ploče, zidovi, grede, serklaži i stubište su iz C25/30.

Armature su B500B u obliku šipki i mreža prema proračunu i planu savijanja.

Name	C25/30	Name	C30/37
<b>Code independent</b>		<b>Code independent</b>	
Material type	Concrete	Material type	Concrete
Thermal expansion [m/mK]	0.00	Thermal expansion [m/mK]	0.00
Unit mass [kg/m <sup>3</sup> ]	2500.0	Unit mass [kg/m <sup>3</sup> ]	2500.0
Density in fresh state [kg/m...]	2600.0	Density in fresh state [kg/m...]	2600.0
E modulus [MPa]	3.1500e+04	E modulus [MPa]	3.2800e+04
Poisson coeff.	0.2	Poisson coeff.	0.2
Independent G modulus	<input type="checkbox"/>	Independent G modulus	<input type="checkbox"/>
G modulus [MPa]	1.3125e+04	G modulus [MPa]	1.3667e+04
Log. decrement (non-unifor...)	0.2	Log. decrement (non-unifor...)	0.2
Colour		Colour	
Specific heat [J/gK]	6.0000e-01	Specific heat [J/gK]	6.0000e-01
Thermal conductivity [W/m...]	4.5000e+01	Thermal conductivity [W/m...]	4.5000e+01
Order in code	4	Order in code	5
<b>Material behaviour for...</b>		<b>Material behaviour for...</b>	
<b>EN 1992-1-1</b>		<b>EN 1992-1-1</b>	
Characteristic compressive ...	25.00	Characteristic compressive ...	30.00
Calculated depended values	<input checked="" type="checkbox"/>	Calculated depended values	<input checked="" type="checkbox"/>
Mean compressive strength...	33.00	Mean compressive strength...	38.00
f <sub>cm</sub> (28) - f <sub>ck</sub> (28) [MPa]	8.00	f <sub>cm</sub> (28) - f <sub>ck</sub> (28) [MPa]	8.00
Mean tensile strength f <sub>ctm</sub> (...)	2.60	Mean tensile strength f <sub>ctm</sub> (...)	2.90
f <sub>ctk</sub> 0,05(28) [MPa]	1.80	f <sub>ctk</sub> 0,05(28) [MPa]	2.00
f <sub>ctk</sub> 0,95(28) [MPa]	3.40	f <sub>ctk</sub> 0,95(28) [MPa]	3.80
Design compressive strengt...	16.67	Design compressive strengt...	20.00
Design compressive strengt...	20.83	Design compressive strengt...	25.00
Strain at reaching maximu...	20.0	Strain at reaching maximu...	20.0
Ultimate strain eps cu2 [1e-...]	35.0	Ultimate strain eps cu2 [1e-...]	35.0
Strain at reaching maximu...	17.5	Strain at reaching maximu...	17.5
Ultimate strain eps cu3 [1e-...]	35.0	Ultimate strain eps cu3 [1e-...]	35.0
Stone diameter (dg) [mm]	32	Stone diameter (dg) [mm]	32
Cement class	N (normal hardening - CEM ▾)	Cement class	N (normal hardening - CEM ▾)
Type of aggregate	Quartzite ▾	Type of aggregate	Quartzite ▾

Tablica 1.1. Karakteristike betona C25/30 i C30/37

Name	B 500B
<b>Code independent</b>	
Material type	Reinforcement steel
Thermal expansion [m/mK]	0.00
Unit mass [kg/m <sup>3</sup> ]	7850.0
E modulus [MPa]	2.0000e+05
Poisson coeff.	0.2
Independent G modulus	<input type="checkbox"/>
G modulus [MPa]	8.3333e+04
Log. decrement (non-uniform...)	0.2
Colour	
Specific heat [J/gK]	6.0000e-01
Thermal conductivity [W/mK]	4.5000e+01
Bar surface	Ribbed ▾
Order in code	5
<b>Material behaviour for n...</b>	
Material behaviour	Elastic ▾
<b>EN 1992-1-1</b>	
Characteristic yield strength f...	500.0
Calculated depended values	<input checked="" type="checkbox"/>
Characteristic maximum tensi...	540.0
Coefficient k = f <sub>tk</sub> / f <sub>yk</sub> [-]	1.08
Design yield strength - persis...	434.8
Design yield strength - accid...	500.0
Maximum elongation eps uk ...	500.0
Class	B
Reinforcement type	Bars ▾
Fabrication	Hot rolled ▾

Tablica 1.2. Karakteristike čelika za armiranje B500B

## 1.6. Proračunske metode

AB konstrukcije dizajnirane su i provjeravane u programu SCIA Engineer, zbog opsežnosti ulaznih i izlaznih podataka prezentirani su samo grafički izlazni rezultati proračuna i dimenzioniranja.

Za potrebe proračuna izrađeni su štapno-pločasti modeli prikazani u ovom radu. Modelima su obuhvaćeni svi konstruktivni dijelovi. Model je opterećen stalnim i korisnim opterećenjem, pri čemu su sva opterećenja zadana kao raspodijeljena opterećenja po pločama. Rezultati proračuna prikazani su za računsko opterećenje koje se dobiva kao kombinacija stalnog i pokretnog opterećenja prema mjerodavnim kombinacijama.

U grafičkim priložima numeričkog proračuna vidljive se slike momenata, poprečnih sila i potrebne količine armature u pločama.

Za potrebe seizmičkog proračuna izrađen je prostorni model za koji je izvršena modalna analiza i tako su dobiveni vlastiti periodi konstrukcije, tj. modela s čime se ušlo u

seizmički proračun. Zidovi su dimenzionirani za najnepovoljniji slučaj opterećenja prostornog modela.

Statički proračun je proveden u skladu s važećim propisima.

## 1.7. Opisno projekt toplinske zaštite

Građevina se sastoji od jedne zone.

Svi sadržaji u građevini osim podruma, hodnika i stubišta su grijani/hlađeni na temperaturu 20°C/24°C.

Vanjski zidovi su termoizolirani s vanjske strane „ETICS“ sustavom (povezani sustav za vanjsku toplinsku izolaciju) s toplinskom izolacijom lamelama kamene vune koje se lijepe građevinskim ljepilom i završno žbukaju tankoslojnom armiranom (staklena mrežica) žbukom.

Za ugradnju oko prozora, vrata i drugih otvora koristiti špaletne elemente koji onemogućavaju nastanak toplinskih mostova.

Na poziciji sokla visine min 30 cm termoizolacijski sloj se izvodi od ekstrudiranog polistirena.

Krovna ploče je termoizolirana pločama ekstrudiranog polistirena debljine 20 cm. Iznad termoizolacije postaviti će se jednoslojna hidroizolacijska TPO membrana.

Prozirne konstrukcije predviđene su kao tipska PVC stolarija, ostakljena izolirajućim staklom - dvostruko izolirajuće staklo s jednim staklom niske emisije (Low-E obloge) s maksimalnim koeficijentom prolaza topline  $U = 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Zaštita od sunčeva zračenja na svim prozirnim konstrukcijama predviđena je roletama.

Vanjska vrat, te vrata prema negrijanim sadržajima, predviđena su sa punim krilom ispunjenim termoizolacijskim slojem, ili puno drvo.

Sve građevne konstrukcije, uključivo prozirne konstrukcije i vrata, te zaštita od sunčeva zračenja detaljno su opisani u nastavku – Popis građevnih djelova.

## 2. ANALIZA OPTEREĆENJA

### 2.1. Opterećenja

#### Međukatna konstrukcija:

završni sloj poda, instalacije		0,60 kN/m <sup>2</sup>
ab estrih; d = 5 cm; $\gamma = 22$ kN/m <sup>3</sup>		1,10 kN/m <sup>2</sup>
ab ploča (d = 18 cm); $\gamma = 25$ kN/m <sup>3</sup>		4,50 kN/m <sup>2</sup>
pregradni zidovi		1,00 kN/m <sup>2</sup>
<hr/>		
stalno opterećenje	<b>g =</b>	<b>4,50 kN/m<sup>2</sup></b>
dodatno stalno opterećenje	<b><math>\Delta</math>g =</b>	<b>2,70 kN/m<sup>2</sup></b>
korisno opterećenje	<b>q =</b>	<b>1,50 kN/m<sup>2</sup></b>

#### Stubište:

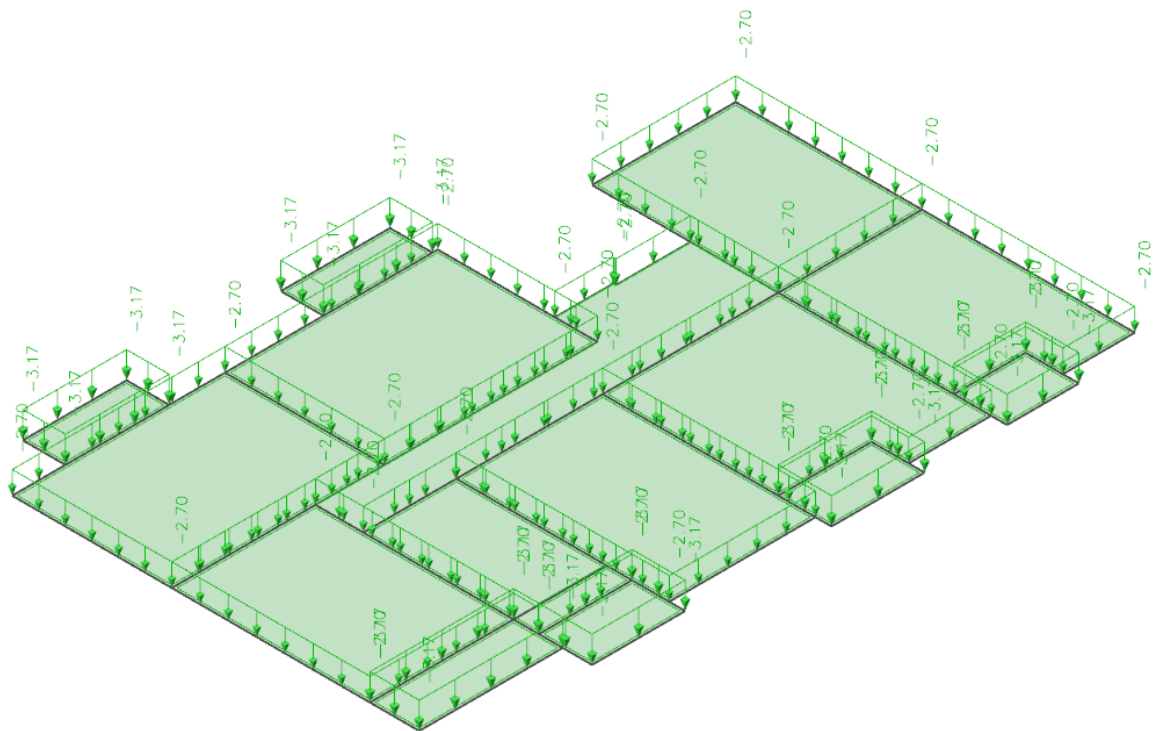
završni slojevi		2,56 kN/m <sup>2</sup>
ab ploča (d = 18 cm); $\gamma = 25$ kN/m <sup>3</sup>		4,50 kN/m <sup>2</sup>
<hr/>		
stalno opterećenje	<b>g =</b>	<b>4,50 kN/m<sup>2</sup></b>
dodatno stalno opterećenje	<b><math>\Delta</math>g =</b>	<b>2,56 kN/m<sup>2</sup></b>
korisno opterećenje	<b>q =</b>	<b>3,00 kN/m<sup>2</sup></b>

#### Terase, balkoni:

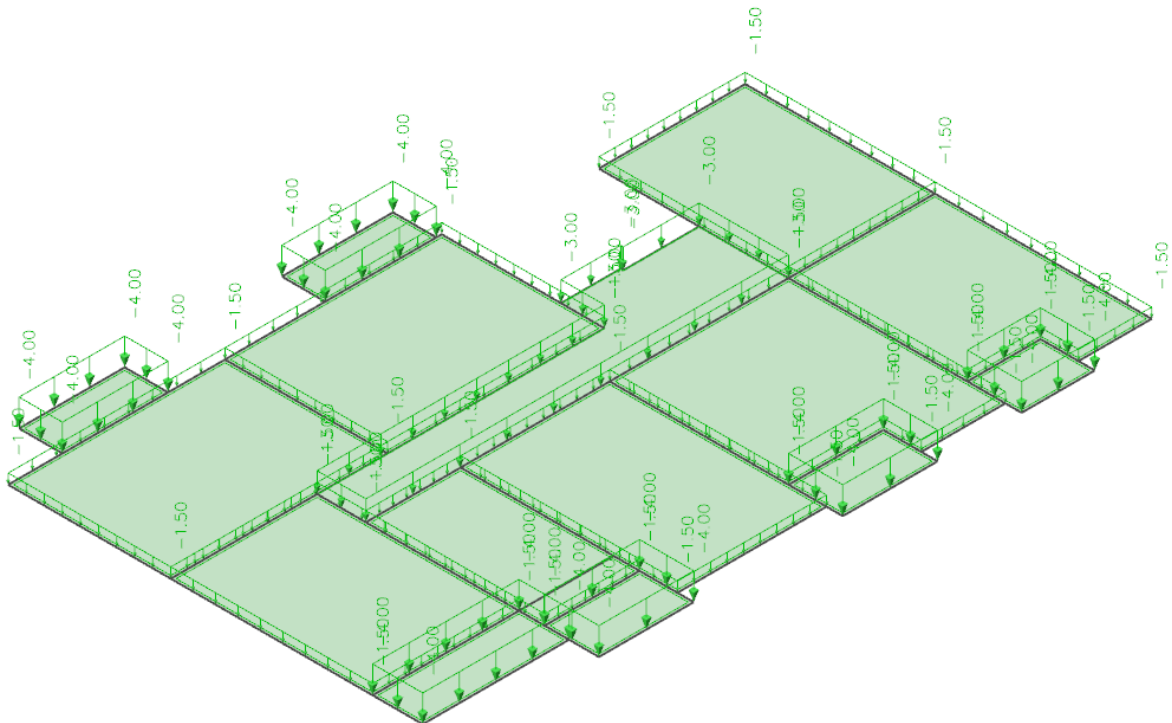
završni slojevi		3,17 kN/m <sup>2</sup>
ab ploča (d = 18 cm); $\gamma = 25$ kN/m <sup>3</sup>		4,50 kN/m <sup>2</sup>
<hr/>		
stalno opterećenje	<b>g =</b>	<b>4,50 kN/m<sup>2</sup></b>
dodatno stalno opterećenje	<b><math>\Delta</math>g =</b>	<b>3,17 kN/m<sup>2</sup></b>
korisno opterećenje	<b>q =</b>	<b>4,00 kN/m<sup>2</sup></b>

#### Ravni krov:

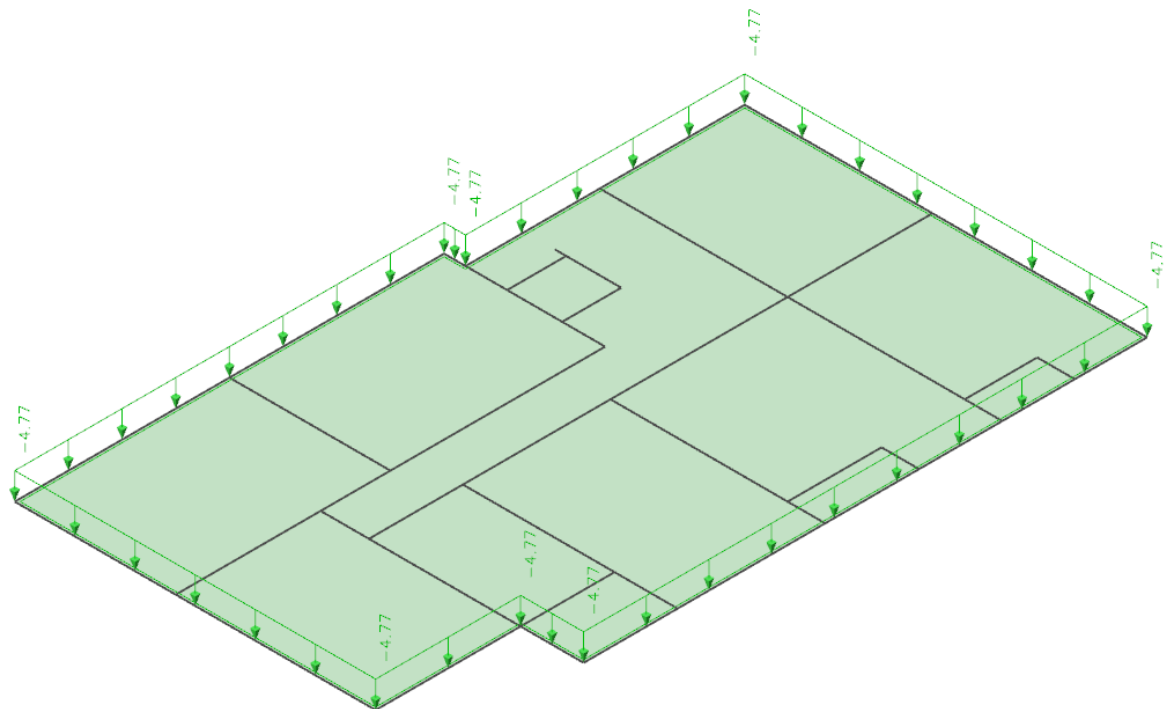
završni slojevi		4,77 kN/m <sup>2</sup>
ab ploča (d = 18 cm); $\gamma = 25$ kN/m <sup>3</sup>		4,50 kN/m <sup>2</sup>
<hr/>		
stalno opterećenje	<b>g =</b>	<b>4,50 kN/m<sup>2</sup></b>
dodatno stalno opterećenje	<b><math>\Delta</math>g =</b>	<b>4,77 kN/m<sup>2</sup></b>
korisno opterećenje	<b>q =</b>	<b>1,00 kN/m<sup>2</sup></b>



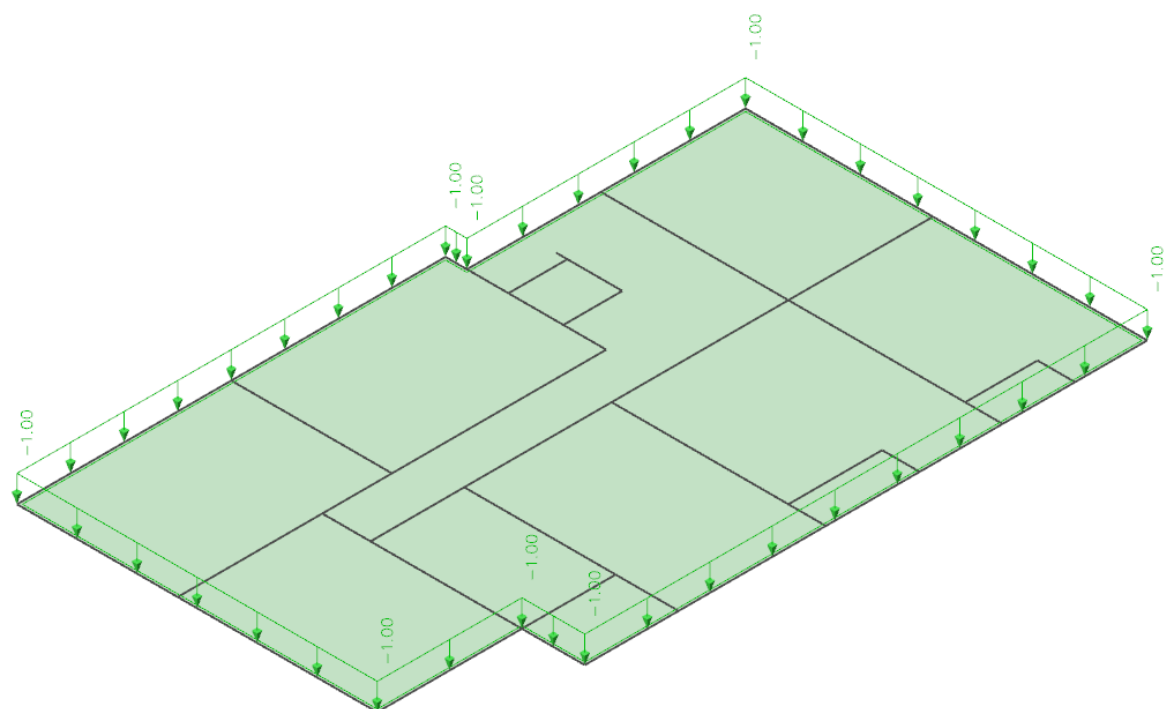
Slika 2.1. Dodatno stalno djelovanje međukatne konstrukcije -  $\Delta g$



Slika 2.2. Korisno opterećenje međukatne konstrukcije -  $q$



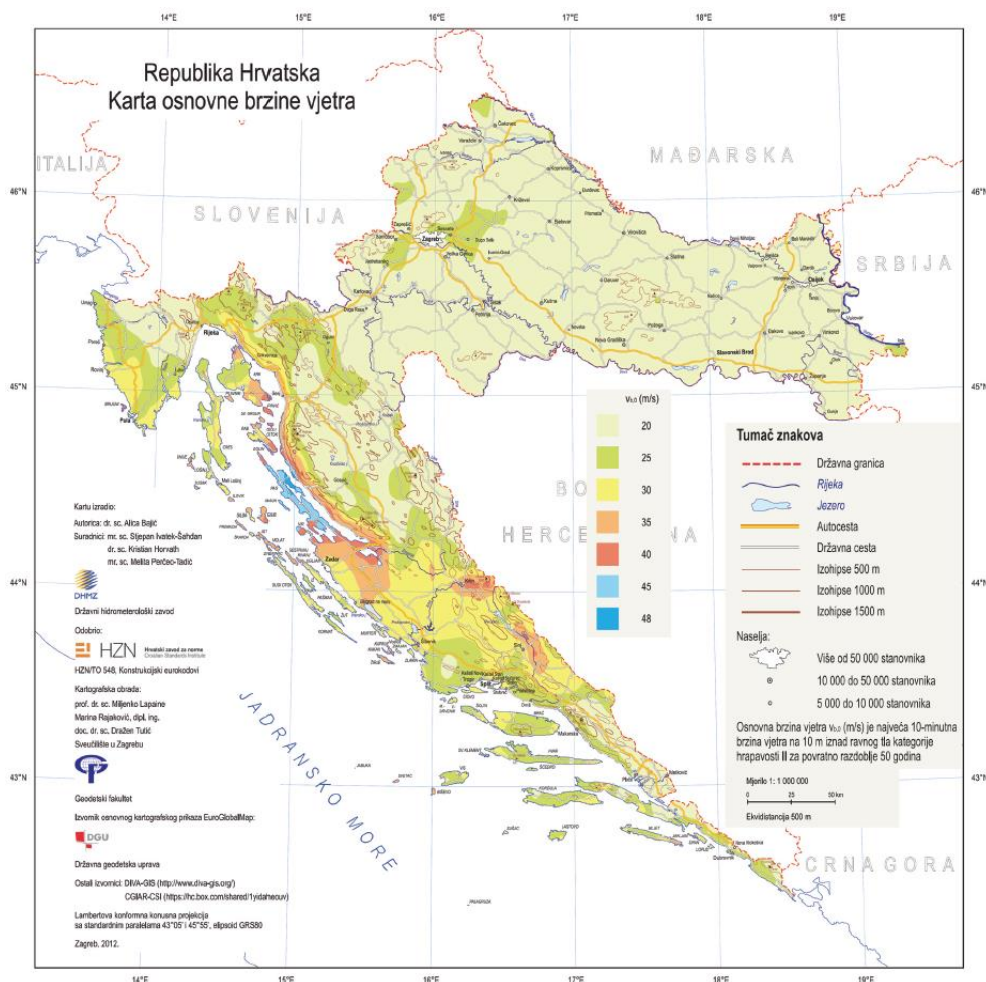
Slika 2.3. Dodatno stalno djelovanje krovnje konstrukcije -  $\Delta g$



Slika 2.4. Korisno opterećenje krovnje konstrukcije -  $q$

## 2.2. Opterećenje vjetrom

Opterećenje vjetrom odabrano je prema: EC1, dio 2-4: Djelovanje vjetra i Europskoj prednormi ENV 1991-2-4: Djelovanje na konstrukcije opterećene vjetrom, te nacionalnom dokumentu za primjenu u Republici Hrvatskoj.



Slika 2.5. Karta osnovne brzine vjetra

Predmetna lokacija je smještena u III područje djelovanja vjetra na nadmorskoj visini od 53,20 m n.m te je osnovno djelovanje vjetra:

$$a_s = 53,20 \text{ m n. m.}$$

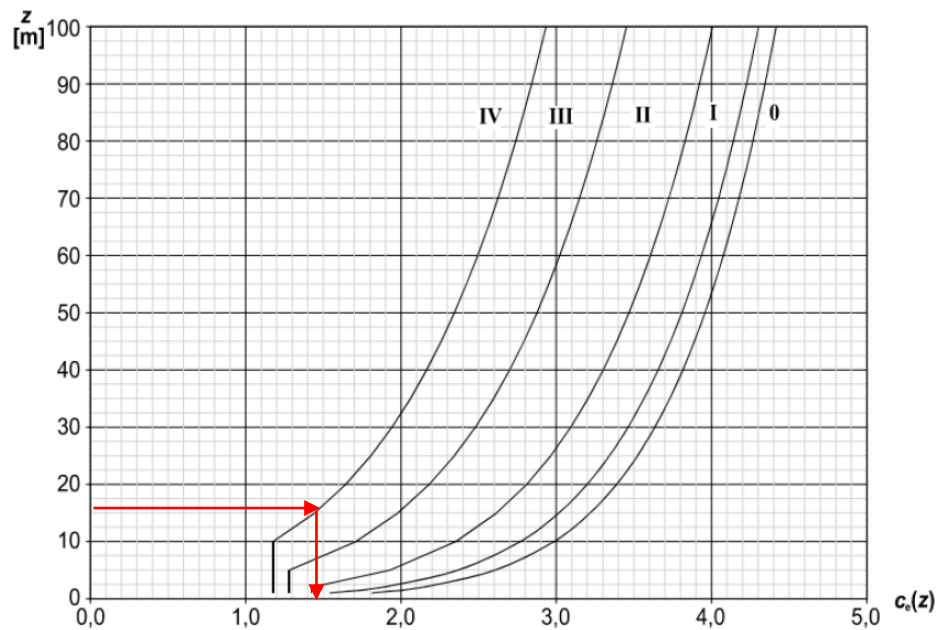
$$v_{b,0} = 30 \text{ m/s}$$

$$C_{dir} = C_{tem} = 1,0$$

$$C_{alt} = 1,0 + 0,001 \cdot a_s = 1,0 + 0,001 \cdot 53,20 = 1,05$$

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{tem} \cdot C_{alt} \cdot v_{b,0} = 31,50 \text{ m/s}$$





Slika 2.6. Koeficijent položaja  $c_e(z)$  u ovisnosti o visini  $z$  i kategoriji terena

Koeficijent položaja  $c_e(z)$  za kategoriju terena IV:

$$Z_e = 5,0 \cdot 3,0 + 0,5 = 15,5 \text{ m}$$

$$c_e(z) \approx 1,46$$

Rezultirajuće opterećenje vjetrom:

$$\rho_{zr} = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

$$q = \rho \cdot v^2 = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = \left( \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \right) \cdot \frac{1}{\text{m}^2} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$q_p(z) = c_e(z) \cdot \frac{\rho_{zr}}{2} \cdot v_b^2(z) = 1,46 \cdot \frac{1,25}{2} \cdot 31,50^2 = 905,4 \text{ N/m}^2 = 0,91 \text{ kN/m}^2$$

$$w = q_p(z) \cdot c_e(z) = 0,91 \cdot 1,46 = 1,32 \text{ kN/m}^2$$

- sila vjetra na vanjske plohe:

$$W_e = q_p(z) \cdot c_{pe}$$

$$c_{pe,10} = 0,8 \quad W_e = 1,32 \cdot 0,8 = 1,06 \text{ kN/m}^2$$

$$c_{pe,10} = -0,5 \quad W_e = 1,32 \cdot (-0,5) = -0,66 \text{ kN/m}^2$$

## 2.3. Opterećenje snijegom

Opterećenje snijegom definirano je sljedećim izrazom:

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

$\mu_i$  – koeficijent oblika opterećenja snijegom, ovisno o nagibu krova

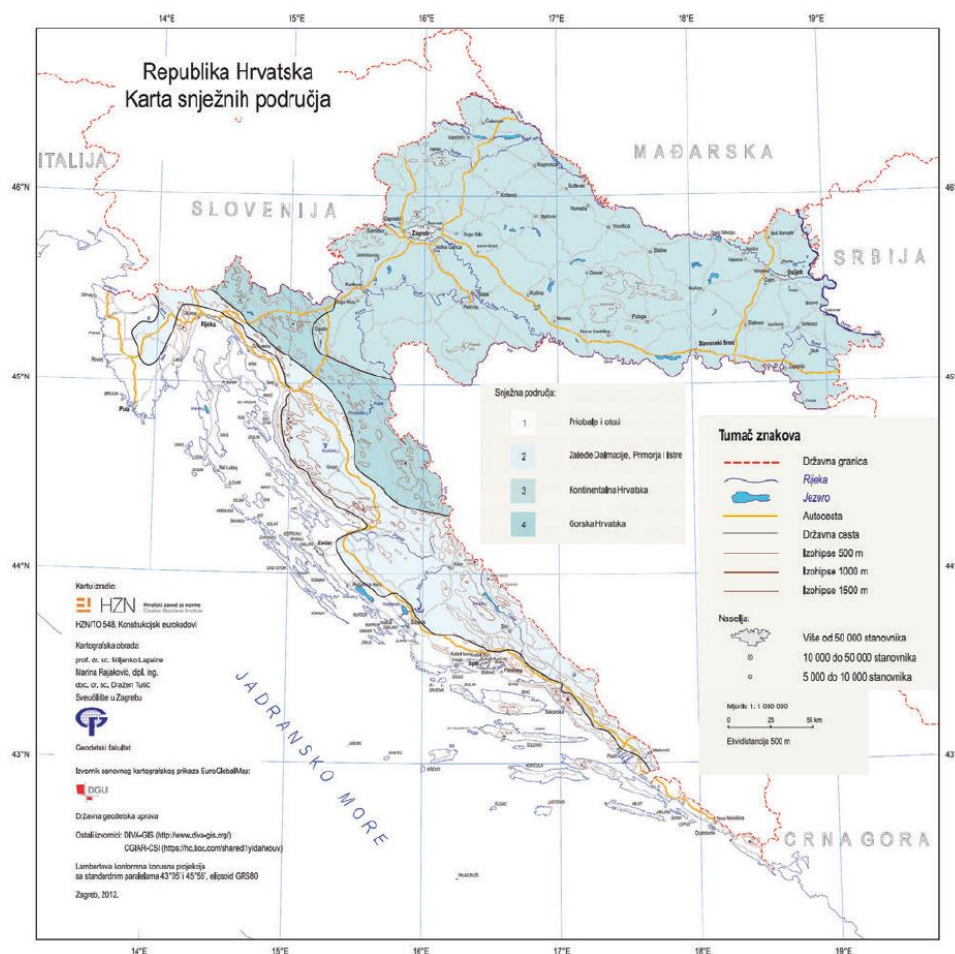
$C_e$  – koeficijent izloženosti

$C_t$  – toplinski koeficijent ( = 1,0)

$s_k$  – karakteristična vrijednost opterećenja snijegom na tlu

Kut nagiba krova $\alpha$	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1$	0,8	$0,8 (60 - \alpha) / 30$	0,0
$\mu_2$	$0,8 + 0,8 \alpha / 30$	1,6	–

Tablica 2.1. Koeficijent oblika opterećenja snijegom



Slika 2.7. Karta snježnih područja

Nadmorska visina do [m]	1. područje – priobalje i otoci [kN/m <sup>2</sup> ]	2. područje – zaleđe Dalmacije, Primorja i Istre [kN/m <sup>2</sup> ]	3. područje – kontinentalna Hrvatska [kN/m <sup>2</sup> ]	4. područje – gorska Hrvatska [kN/m <sup>2</sup> ]
100	0,50	0,75	1,00	1,25
200	0,50	0,75	1,25	1,50
300	0,50	0,75	1,50	1,75
400	0,50	1,00	1,75	2,00
500	0,50	1,25	2,00	2,50
600	0,50	1,50	2,25	3,00
700	0,50	2,00	2,50	3,50
800	0,50	2,50	2,75	4,00
900	1,00	3,00	3,00	4,50
1 000	2,00	4,00	3,50	5,00
1 100	3,00	5,00	4,00	5,50
1 200	4,00	6,00	4,50	6,00
1 300	5,00	7,00		7,00
1 400	6,00	8,00		8,00
1 500		9,00		9,00
1 600		10,00		10,00
1 700		11,00		11,00
1 800		12,00		

Tablica 2.2. Opterećenje snijegom za pojedina snježna područja

$$\mu_i = 0,8$$

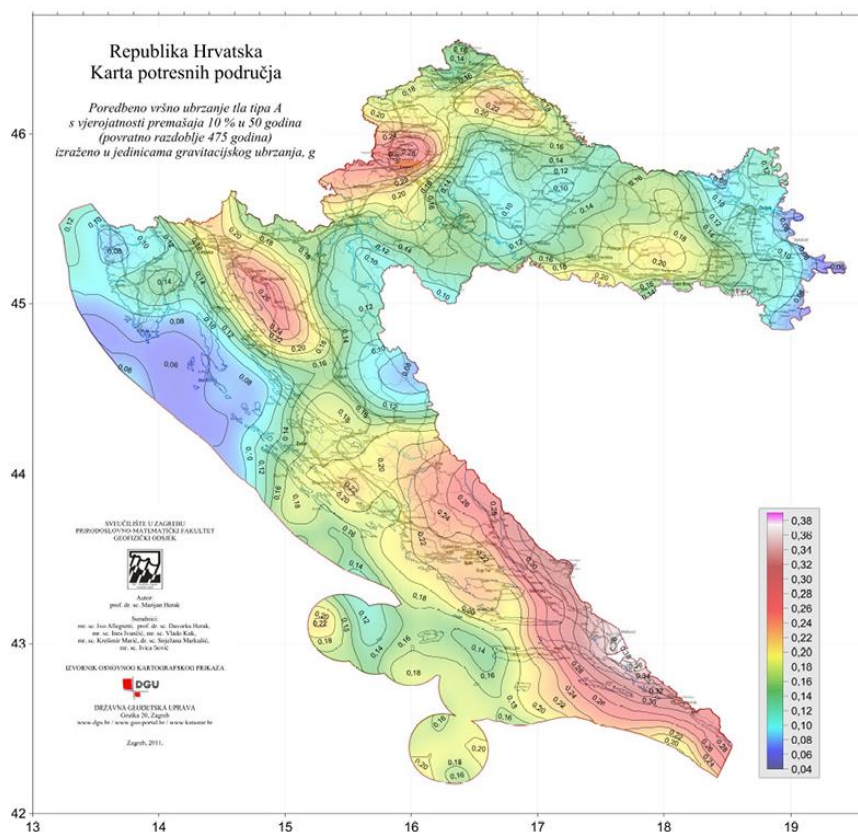
$$C_e = 1,0$$

$$s_k = 0,5$$

Karakteristično opterećenje snijegom je:

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,5 = 0,4 \text{ kN/m}^2$$

## 2.4. Potresno opterećenje



Slika 2.8. Karta potresnih područja Republike Hrvatske

Računsko ubrzanje tla:

- granično stanje nosivosti:  
(TNCR = 475 godina; 50 godina; PNCR 10%):  $a_{gr,GSN} = 0,22 \text{ g} = 2,16 \text{ m/s}^2$
- granično stanje uporabljivosti:  
(TNCR = 95 godina; 10 godina; PNCR 10%):  $a_{gr,GSU} = 0,112 \text{ g} = 1,10 \text{ m/s}^2$

Faktor važnosti građevine:  $\gamma = 1,0$

Razred duktilnosti: **DCM**

Potresno opterećenje:

$S_x$  – potresno opterećenje u smjeru osi x (spektar odgovora za smjer x + 30% y)

$S_y$  – potresno opterećenje u smjeru osi y (spektar odgovora za smjer y + 30% x)

**Određivanje faktora ponašanja:**

$$q = q_0 \cdot k_w \geq 1,5$$

$q_0$  – osnovni faktor ponašanja

$k_w$  – faktor prevladavajućeg sloma

Vrsta konstrukcije: sustav s nepovezanim zidovima

$$q_0 = 3,0$$

Za zidne sustave, sustave istovrijedne zidnim i torzijski savitljive sustave:

$$k_w = \frac{1+\alpha_0}{3}; \quad 0,5 \leq k_w \leq 1,0; \quad \alpha_0 = \frac{\sum h_{wi}}{\sum l_{wi}}$$

$h_{wi}$  – visina zida  $i$

$l_{wi}$  – duljina presjeka zida  $i$

$$\alpha_0 = \frac{\sum h_{wi}}{\sum l_{wi}} = \frac{756}{109.72} = 6,89$$

$$k_w = \frac{1 + \alpha_0}{3} = \frac{1 + 6,89}{3} = 2,63$$

$$\rightarrow k_w = 1,0$$

$$q = 3,0 \cdot 1,0 = 3,0 \geq 1,5$$

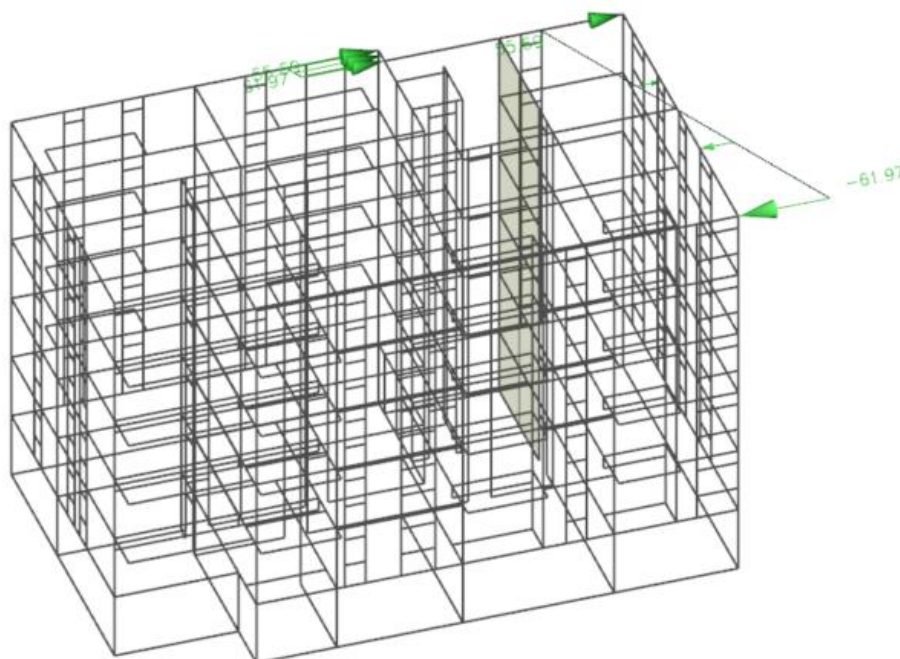
Vrsta konstrukcije	DCM	DCH
okvirni sustav		
dvojni sustav	$3 \cdot \alpha_u / \alpha_1$	$4,5 \cdot \alpha_u / \alpha_1$
zidni sustav s povezanim zidovima		
zidni sustav s nepovezanim zidovima	3,0	$4 \cdot \alpha_u / \alpha_1$
torzijski savitljiv sustav	2,0	3,0
sustav obrnutog njihala	1,5	2,0

Tablica 2.3. Vrijednost faktora ponašanja  $q_0$

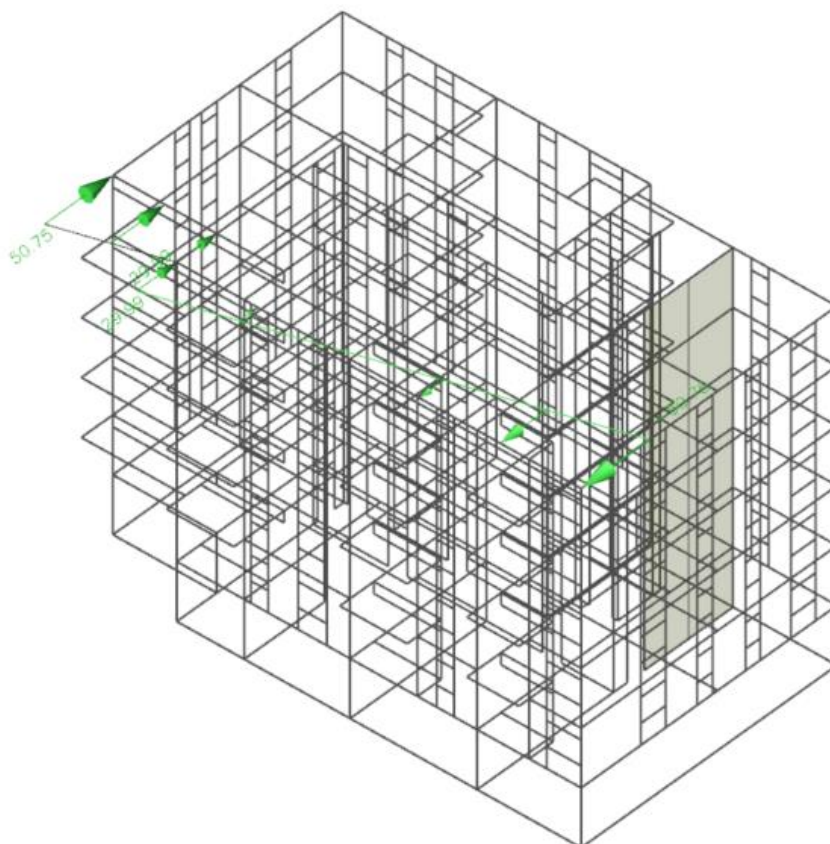
Vrsta konstrukcije	$k_w$
okvirne konstrukcije i njima istovrijedni dvojni sustavi	1,0
zidni sustavi	
sustavi istovrijedni zidnim sustavima	$0,5 \leq (1 + \alpha_0) / 3 \leq 1,0$
torzijski savitljivi sustavi	

Tablica 2.4. Vrijednost faktora  $k_w$

## 2.5. Slučajni torzijski učinci



Slika 2.9. Slučajni utjecaj torzije u smjeru x



Slika 2.10. Slučajni utjecaj torzije u smjeru y

### 3. KOMBINACIJE OPTEREĆENJA

#### 1) Granično stanje nosivosti:

a) Uobičajena proračunska kombinacija:

$$\text{GSN} \quad 1,35(g + \Delta g) + 1,5q$$

b) Potresne proračunske kombinacije:

$$\text{GSN}_{S_x+T_x} \quad 1,0 \cdot (g + \Delta g) + 0,3 \cdot q + 1,0 \cdot S_x + 1,0 \cdot T_x$$

$$\text{GSN}_{S_x-T_x} \quad 1,0 \cdot (g + \Delta g) + 0,3 \cdot q + 1,0 \cdot S_x - 1,0 \cdot T_x$$

$$\text{GSN}_{S_y+T_y} \quad 1,0 \cdot (g + \Delta g) + 0,3 \cdot q + 1,0 \cdot S_y + 1,0 \cdot T_y$$

$$\text{GSN}_{S_y-T_y} \quad 1,0 \cdot (g + \Delta g) + 0,3 \cdot q + 1,0 \cdot S_y - 1,0 \cdot T_y$$

#### 2) Granično stanje uporabe:

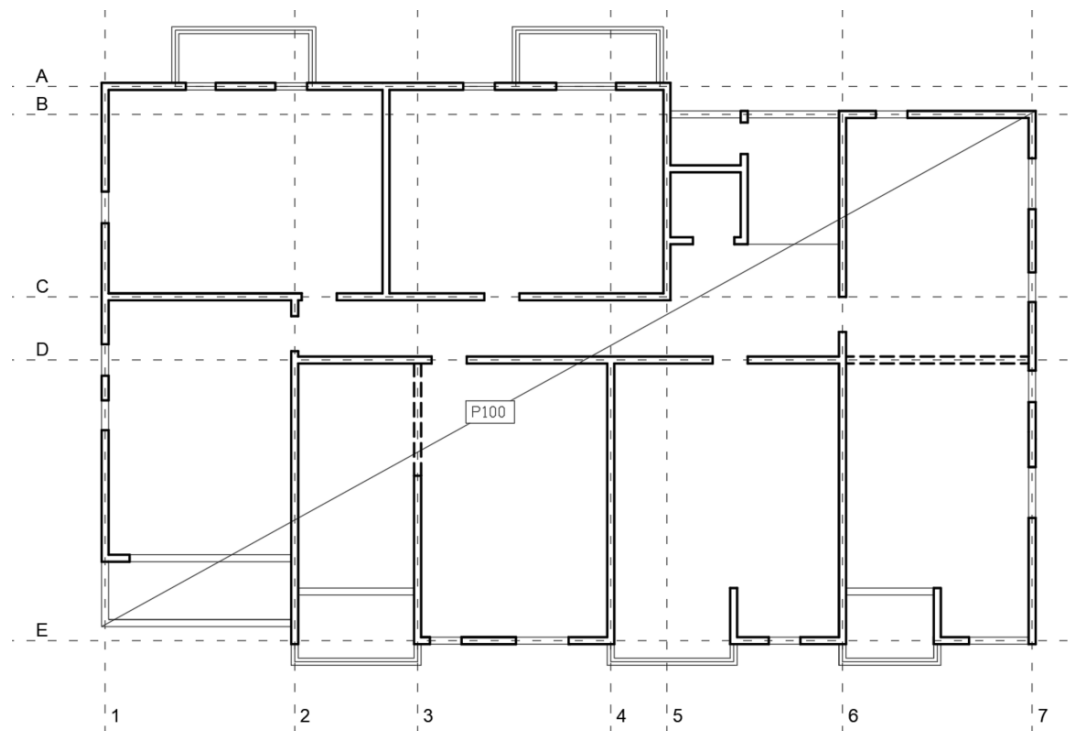
a) Rijetka proračunska kombinacija:

$$\text{GSU1} \quad 1,0(g + \Delta g) + 0,5q$$

b) Kvizistalna proračunska kombinacija:

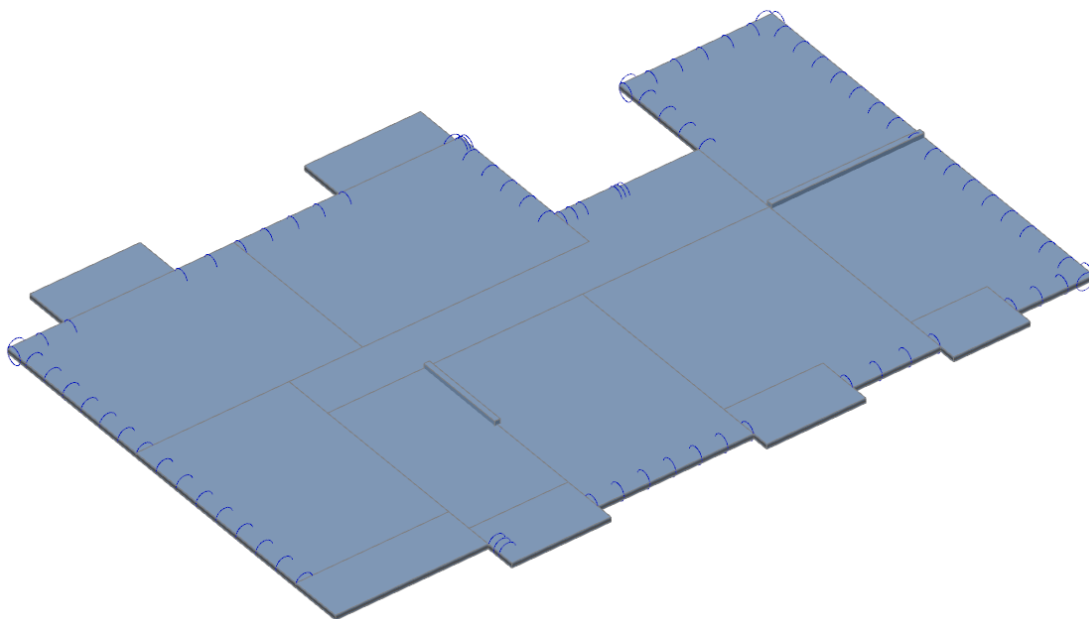
$$\text{GSU2} \quad 1,0(g + \Delta g) + 0,3q$$

## 4. PRORAČUN MEĐUKATNE PLOČE



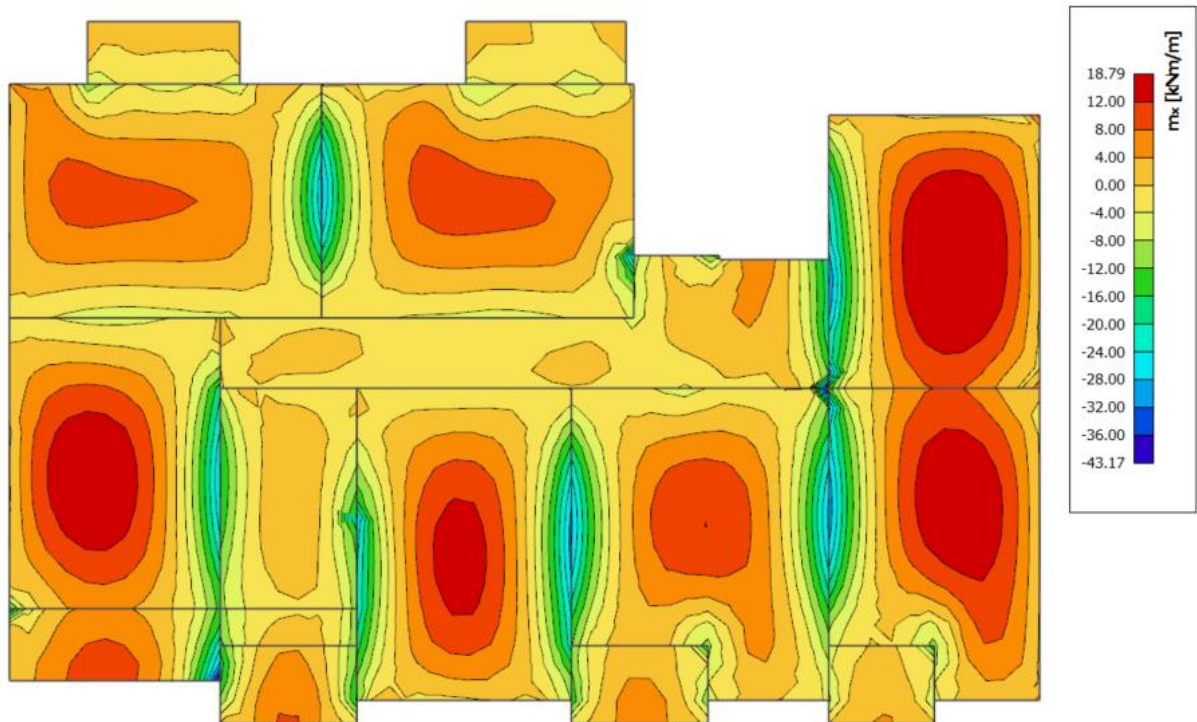
Slika 4.1. Prikaz pozicije P100 – karakteristična međukatna konstrukcija

### 4.1. Prikaz modela i rezultata

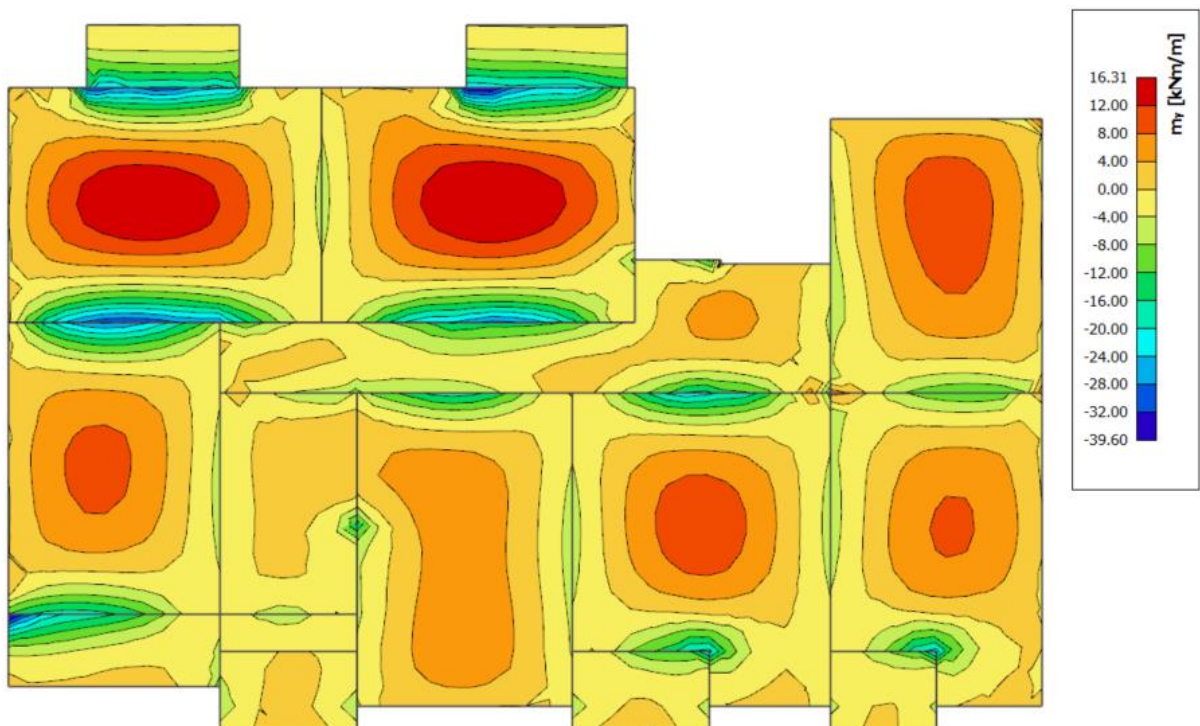


Slika 4.2. Prikaz modela međukatne konstrukcije

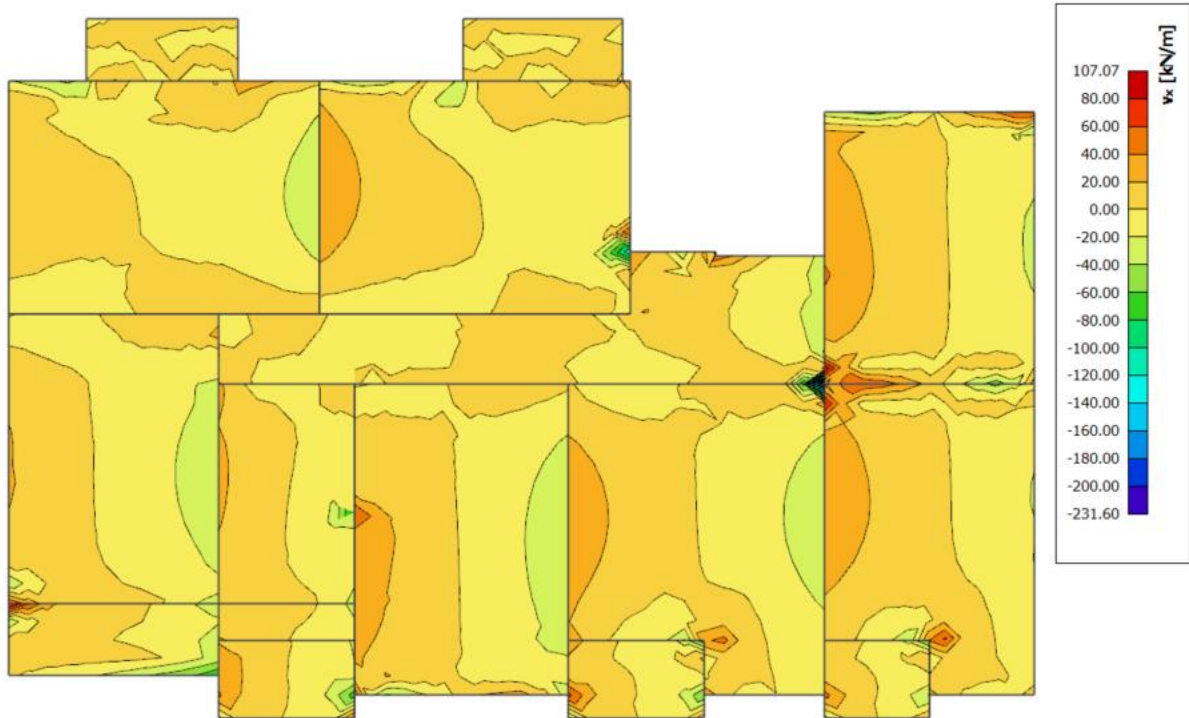




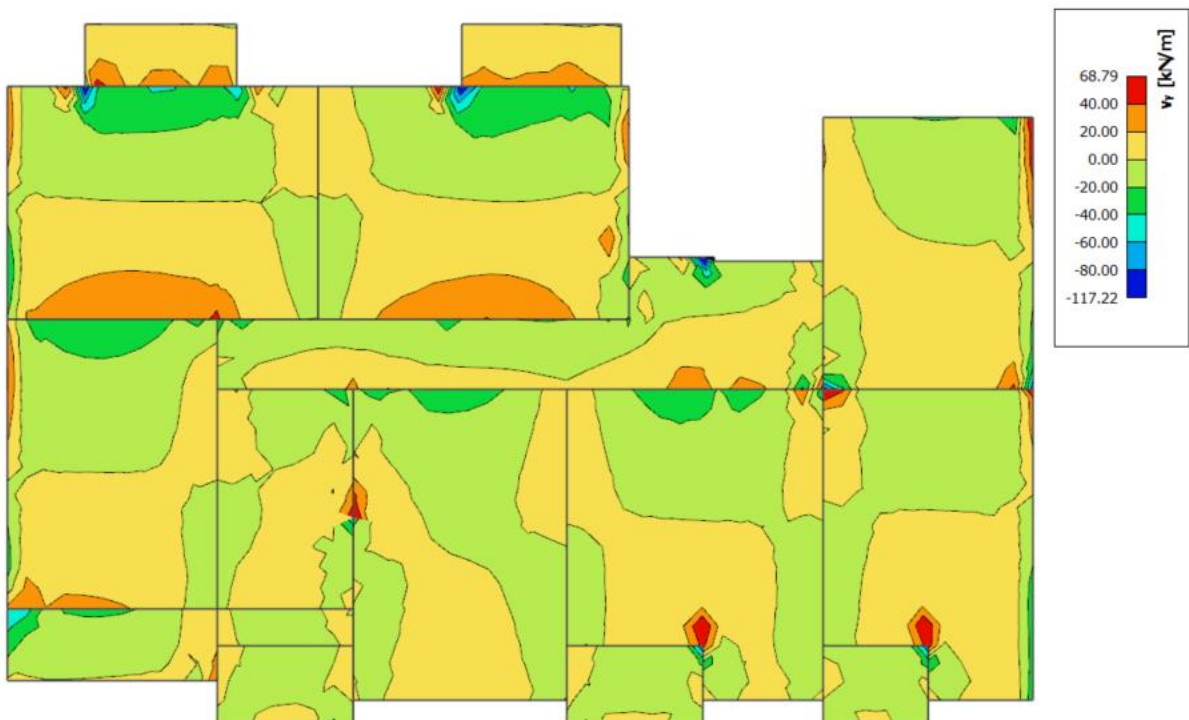
Slika 4.3. Moment savijanja  $M_{Ed,x}$  ( $\text{kNm/m}$ ) za GSN



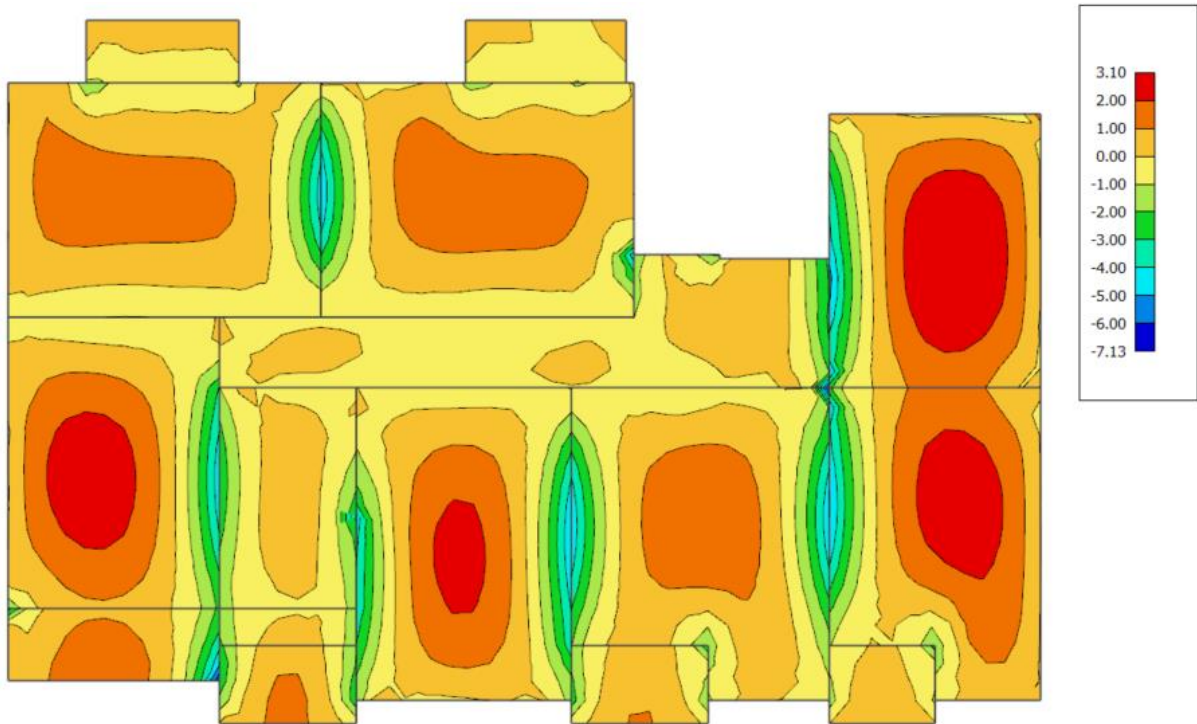
Slika 4.4. Moment savijanja  $M_{Ed,y}$  ( $\text{kNm/m}$ ) za GSN



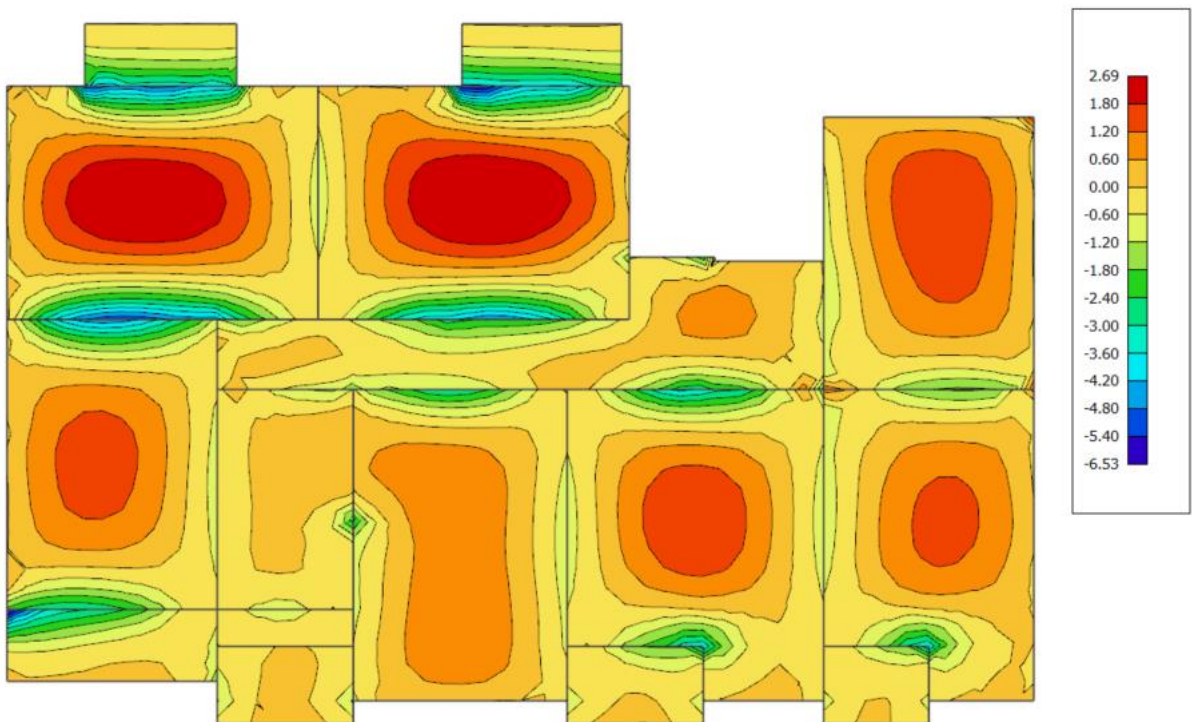
Slika 4.5. Poprečne sile  $V_{Ed,x}$  (kN/m) za GSN



Slika 4.6. Poprečne sile  $V_{Ed,y}$  (kN/m) za GSN



Slika 4.7. Armatura u ploči  $A_{s,x-x}$  ( $\text{cm}^2/\text{m}$ ) za GSN



Slika 4.8. Armatura u ploči  $A_{s,y-y}$  ( $\text{cm}^2/\text{m}$ ) za GSN

## 4.2. Proračun potrebne armature

$$\text{Beton:} \quad \text{C 25/30} \quad f_{ck} = 25,0 \text{ MPa} \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$$

$$\text{Armatura:} \quad \text{B 500B} \quad f_{yk} = 500,0 \text{ MPa} \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa}$$

Minimalna i maksimalna armatura ploče:

$$A_{s,min} = 0,0015 \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 100 \cdot 15,5 = 2,34 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = 0,6 \cdot b \cdot \frac{d}{f_{yk}} = 0,6 \cdot 100 \cdot \frac{15,5}{500} = 1,86 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = 0,31 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,31 \cdot 100 \cdot 15,5 \cdot \frac{16,67}{434,8} = 18,42 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Za proračun armature ploče usvaja se  $\zeta = 0,9$ .

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{M_{Ed} \cdot 100}{0,9 \cdot 15,5 \cdot 43,48} = M_{Ed} \cdot 0,165 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:

$$V_{Rd,c} = \left[ C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{155}} = 2,14 \leq 2,0 \rightarrow k = 2,0$$

$$\rho_l = \frac{A_s}{A_c} = \frac{4,24}{15,5 \cdot 100} = 0,0027$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,0$$

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 2,00 \cdot (100 \cdot 0,0027 \cdot 25)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0 \right] \cdot 1000 \cdot 155 = 70,30 \text{ kN/m}$$

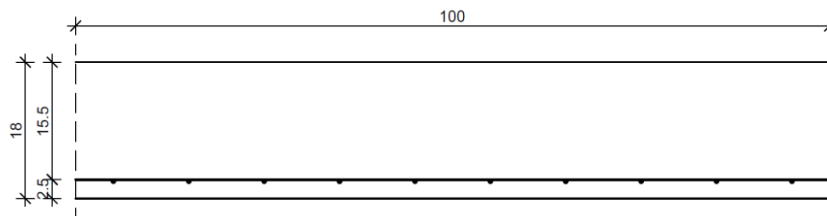
$$V_{Rd,c,min} = [\nu_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\nu_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 2,0^{\frac{3}{2}} \cdot 35^{\frac{1}{2}} = 0,586$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Sd}}{A_c} = 0,0$$

$$V_{Rd,c,min} = [0,586 + 0,15 \cdot 0] \cdot 1000 \cdot 155 = 90,83 \text{ kN/m}$$



Slika 4.9. Presjek ploče u polju

$$h = 18 \text{ cm}$$

$$a = 2,5 \text{ cm}$$

$$d = 15,5 \text{ cm}$$

Zbog preraspodjele dobivenu armaturu potrebno je umanjiti nad ležajem za 15% i povećati u polju 25%.

$$\text{Armatura u polju: } 3,10 \cdot 1,25 = 3,88 \text{ cm}^2$$

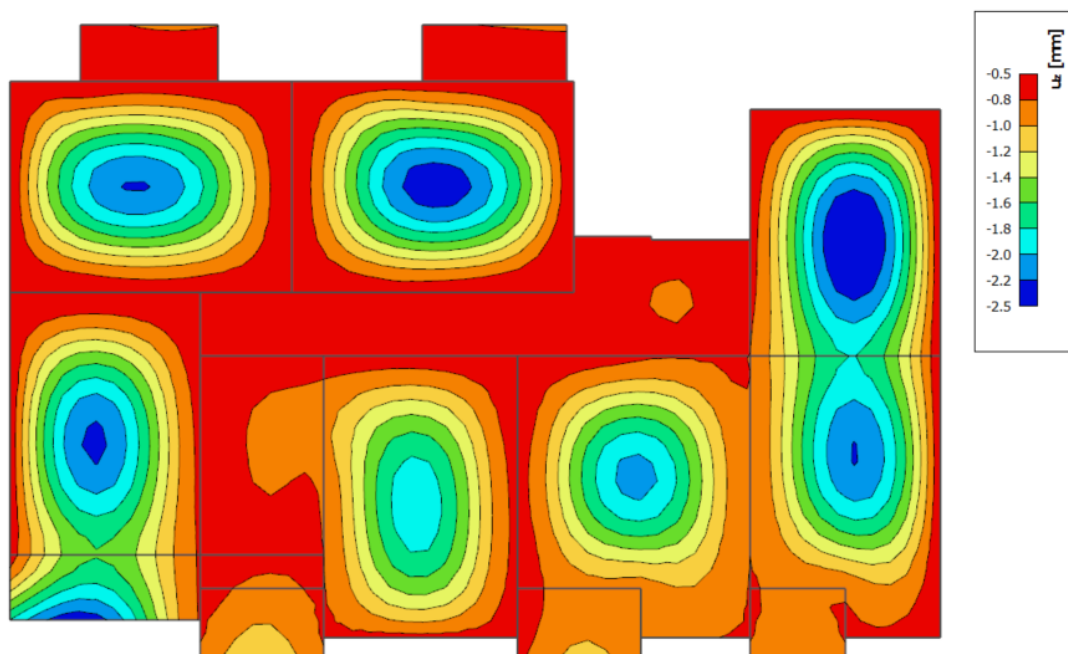
$$\text{Armatura na ležaju: } 5,07 \cdot 0,85 = 4,31 \text{ cm}^2$$

**Odabrano: Polje Q 424 (4,24 cm<sup>2</sup>/m)**

**Ležaj Q 503 (5,03 cm<sup>2</sup>/m)**

Na mjestima gdje je potrebna veća armatura postavljaju se šipke  $\emptyset 10/25$  (3,14 cm<sup>2</sup>/m), odnosno  $\emptyset 10/20$  (3,93 cm<sup>2</sup>/m).

### 4.3. Kontrola progiba



Slika 4.10. Progib ploče (mm) za kombinaciju GSU1

Najveći progib:  $U_z = 2,5 \text{ mm}$

Dozvoljen progib:  $L/1000 = 540/1000 = 5,4 \text{ mm}$

Međukatna ploča **zadovoljava** na progibe.



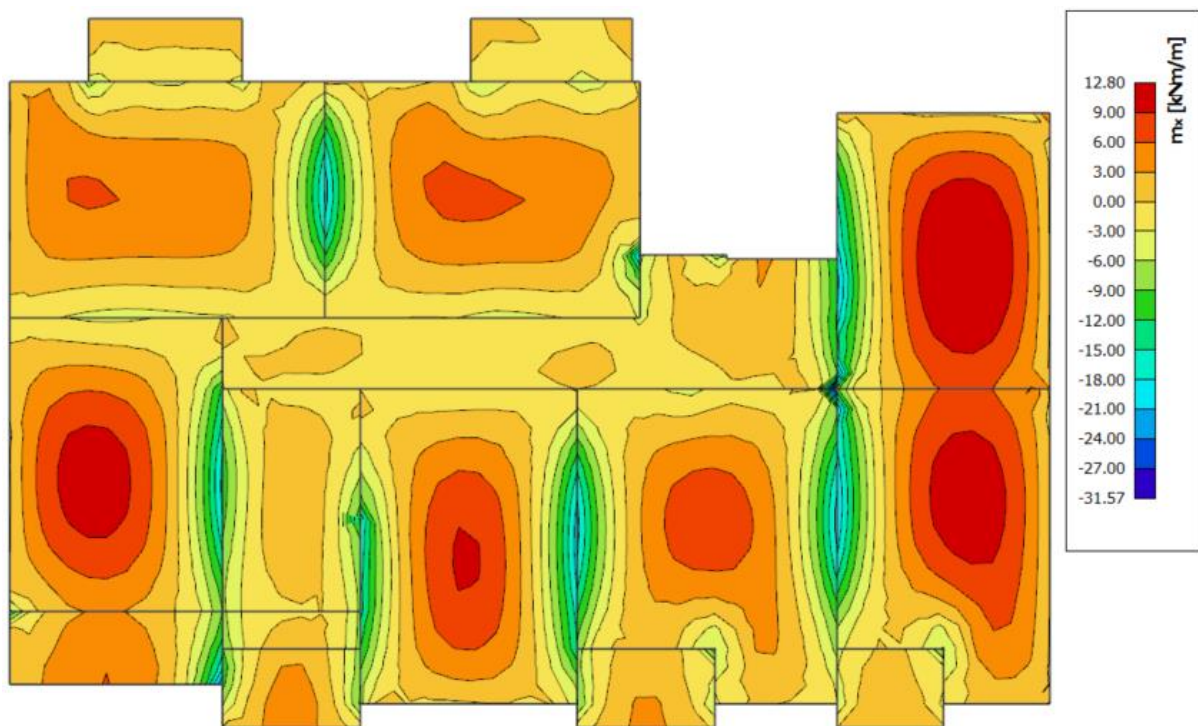
Slika 4.11. Progib ploče (mm) za kombinaciju GSU2

Najveći progib:  $U_z = 2,4 \text{ mm}$

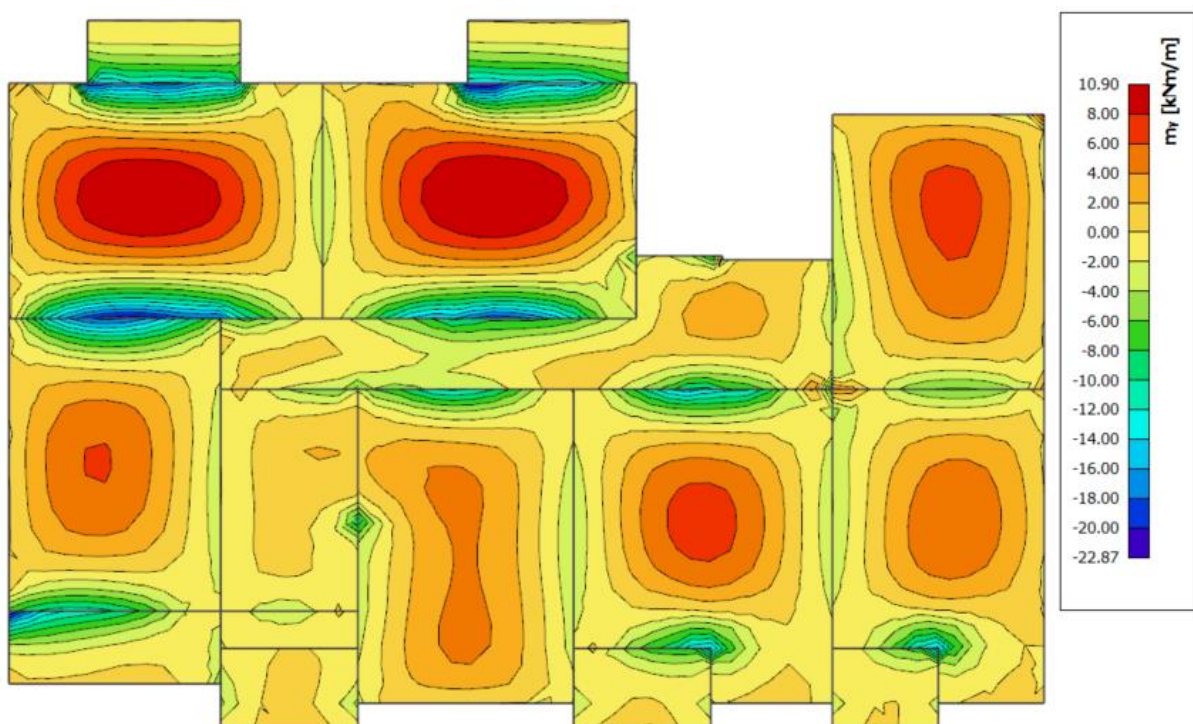
Dozvoljen progib:  $L/1250 = 540/1250 = 4,3 \text{ mm}$

Međukatna ploča **zadovoljava** na progibe.

#### 4.4. Kontrola pukotina



Slika 4.12. Moment savijanja  $M_{Ed,x}$  ( $\text{kNm/m}$ ) za GSU1



Slika 4.13. Moment savijanja  $M_{Ed,y}$  ( $\text{kNm/m}$ ) za GSU1

$$M_{Ed} = 12,80 + 30\% = 16,64 \text{ kNm}$$

Prognoza širine pukotine:

$$w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{s,m} - \varepsilon_{c,m})$$

Proračun srednje deformacije armature:

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

$$A_{s1} = \mathbf{Q\ 424} \text{ (4,24 cm}^2\text{/m)}$$

Modul elastičnosti betona:  $E_{cm} = 31,00 \text{ GPa} = 31\ 000,0 \text{ MPa}$

Modul elastičnosti armature:  $E_s = 200,00 \text{ GPa} = 200\ 000,0 \text{ MPa}$

Za beton klase C 25/30:  $f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$

Dugotrajno opterećenje:  $k_t = 0,4$

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200,0}{31,0} = 6,45$$

$$x = \frac{\alpha_e \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_e \cdot A_{s1}}} \right) = \frac{6,45 \cdot 4,24}{100} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 100 \cdot 15,5}{6,45 \cdot 4,24}} \right) =$$

$$x = 2,65 \text{ cm}$$

$$\sigma_s = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{Ed}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_{s1}} = \frac{1664}{\left(15,5 - \frac{2,65}{3}\right) \cdot 4,24} = 26,85 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = 268,5 \text{ MPa}$$

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_{s1}}{A_{c,eff}} = \frac{A_{s1}}{100 \cdot 2,5 \cdot d_1} = \frac{4,24}{100 \cdot 2,5 \cdot 2,5} = 0,0068$$

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = \frac{268,5 - 0,4 \cdot \frac{2,6}{0,0068} \cdot (1 + 6,45 \cdot 0,0068)}{200000} \geq 0,6 \cdot \frac{268,5}{200000,0}$$

$$\frac{108,85}{200000} \geq \frac{161,1}{200000}$$

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,00081$$



Proračun srednjeg razmaka pukotina:

$$S_{r,max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi}{\rho_{p,eff}}$$

Promjer najdeblje šipke:  $\phi = 9 \text{ mm}$

Rebrasta armatura:  $k_1 = 0,8$

Savijanje :  $k_2 = 0,5$

$k_3 = 3,4$

$k_4 = 0,425$

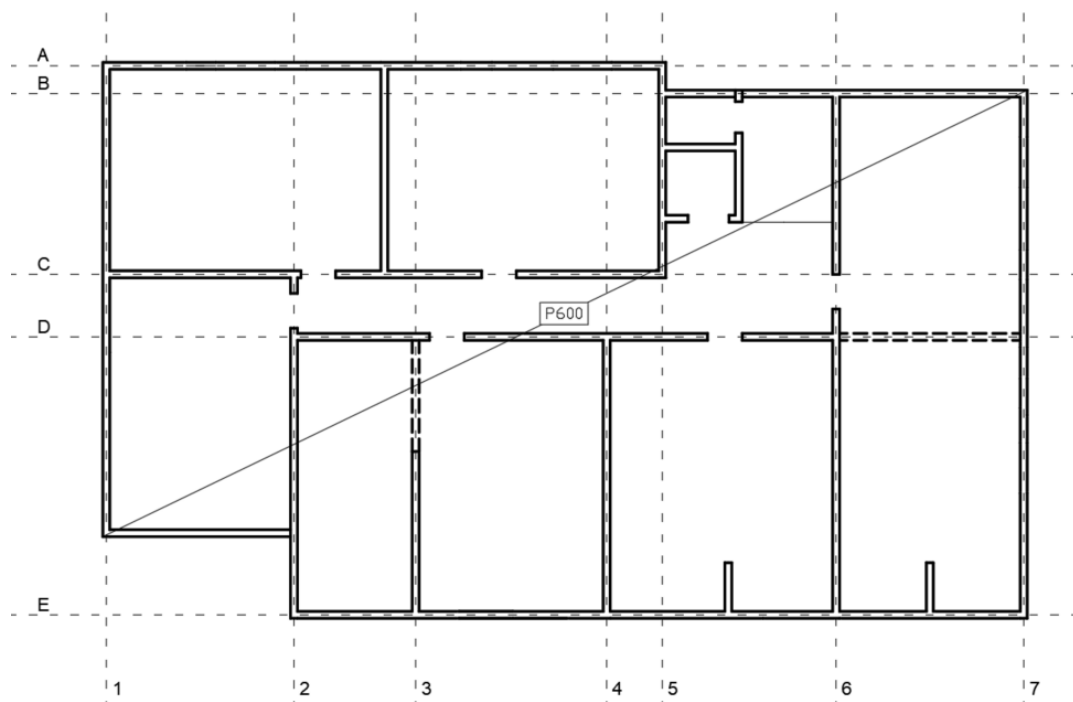
Zaštitni sloj uzdužne armature:  $c = 20 \text{ mm}$

$$S_{r,max} = 3,4 \cdot 20 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot \frac{9}{0,0068} = 293,0 \text{ mm}$$

$$W_k = w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{s,m} - \varepsilon_{c,m}) = 293,0 \cdot 0,00081 = 0,237 \leq 0,300 \text{ mm}$$

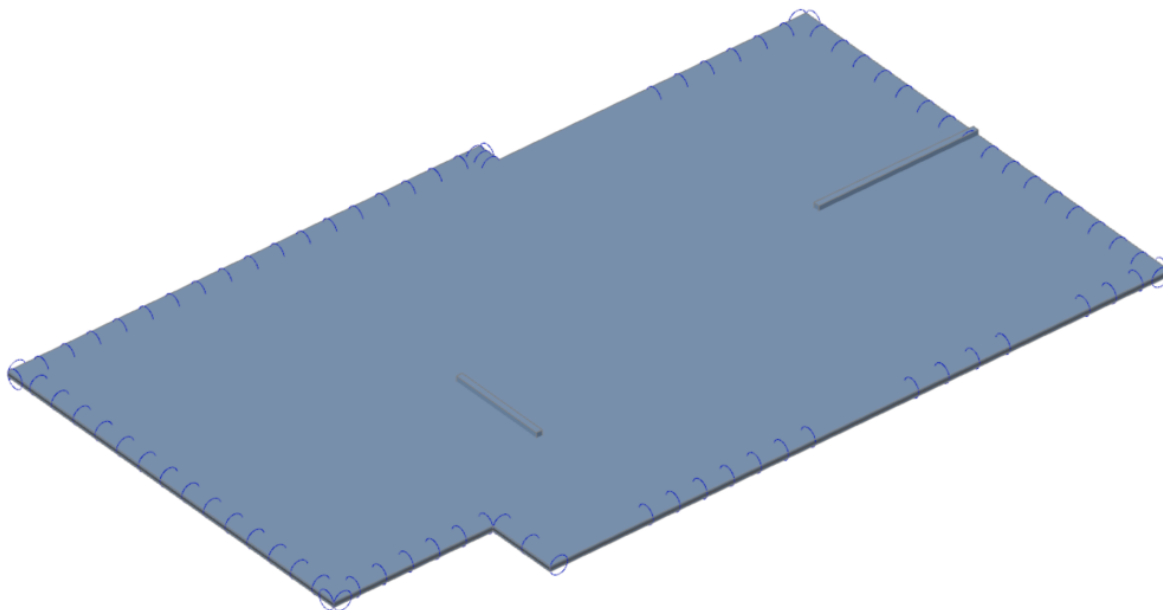
**Pukotine zadovoljavaju**

## 5. PRORAČUN KROVNE PLOČE

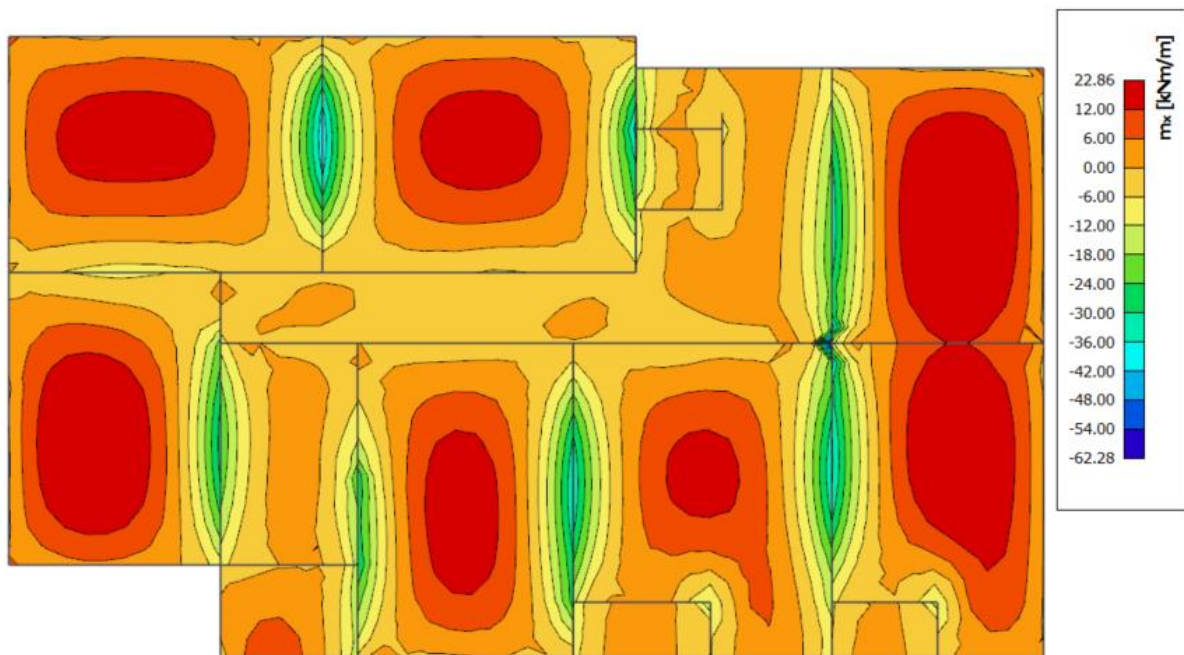


Slika 5.1. Prikaz pozicije P600 – karakteristična krovna konstrukcija

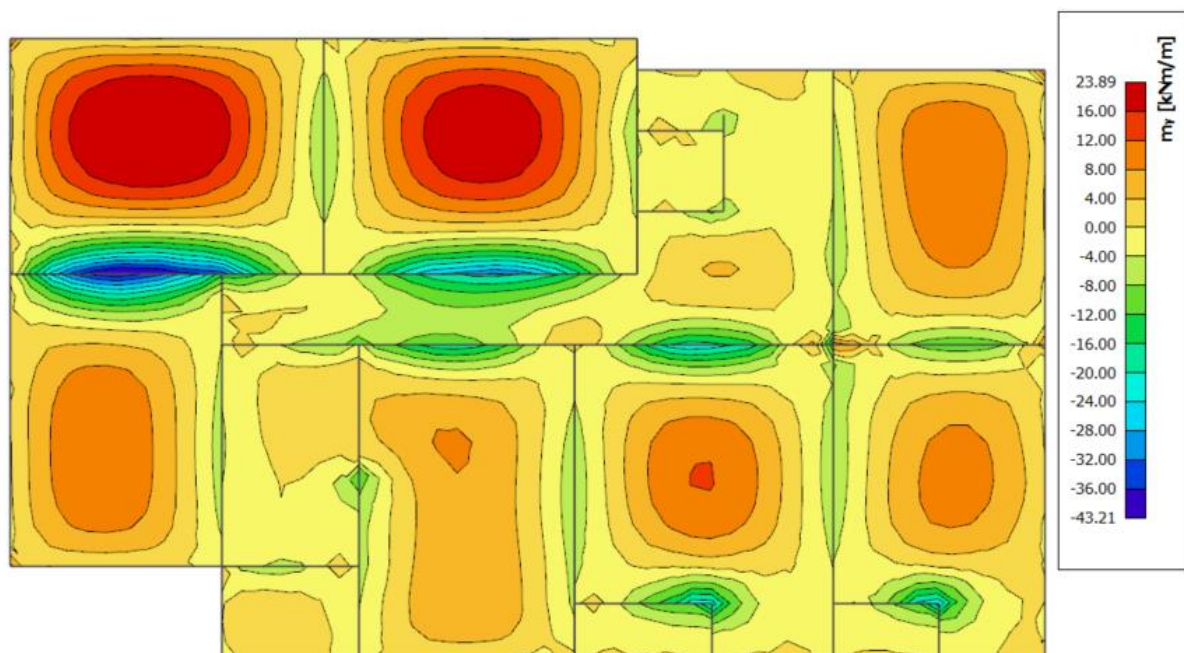
### 5.1. Prikaz modela i rezultata



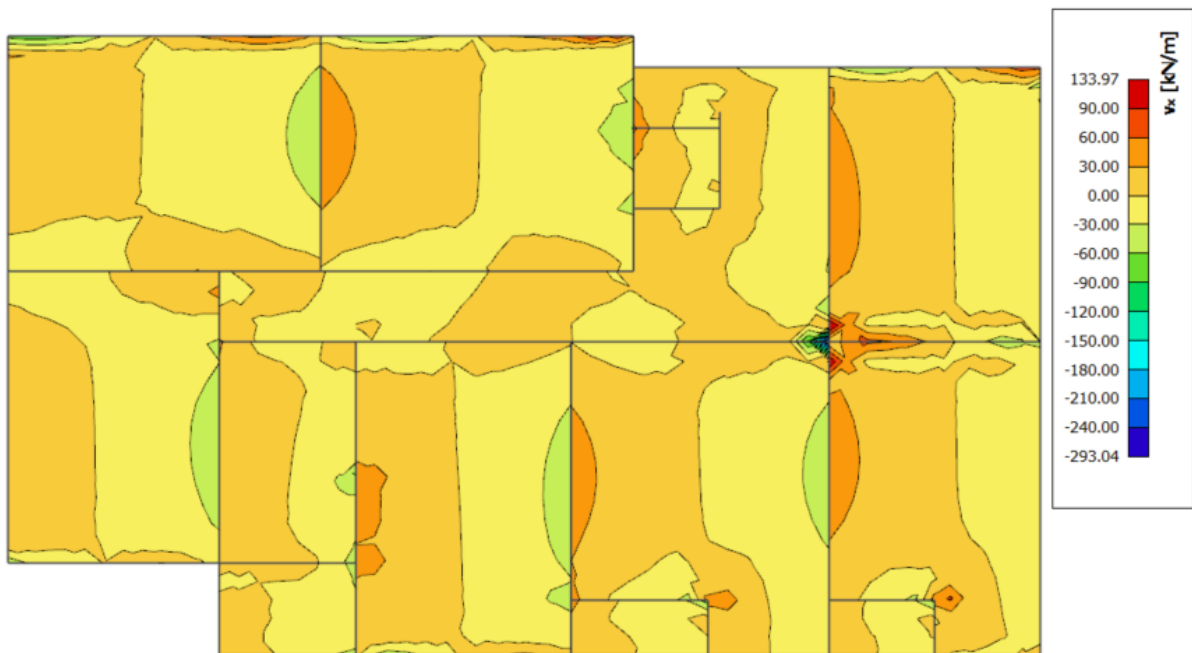
Slika 5.2. Prikaz pozicije 600



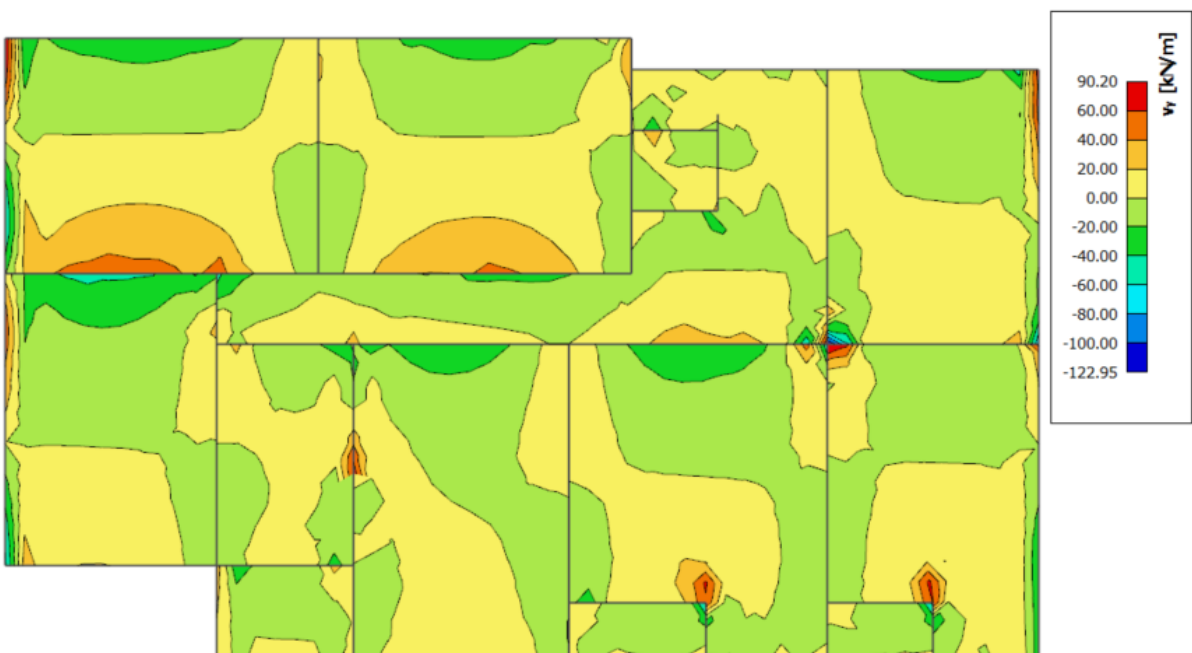
Slika 5.3. Moment savijanja  $M_{Ed,x}$  ( $\text{kNm/m}$ ) za GSN



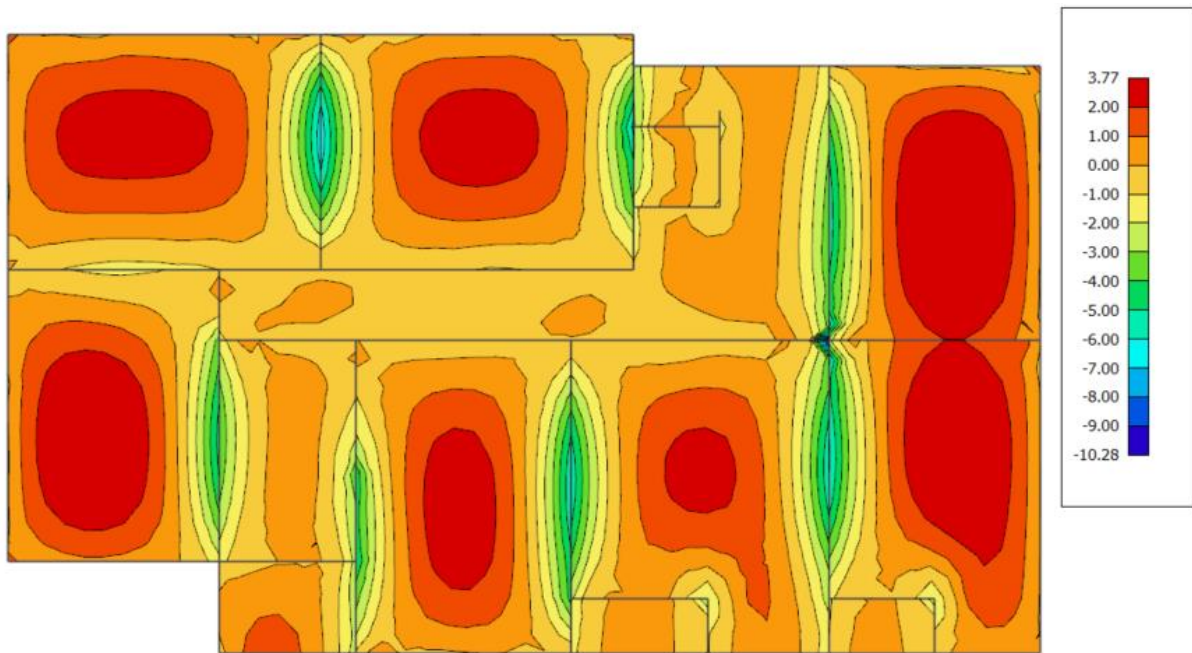
Slika 5.4. Moment savijanja  $M_{Ed,y}$  ( $\text{kNm/m}$ ) za GSN



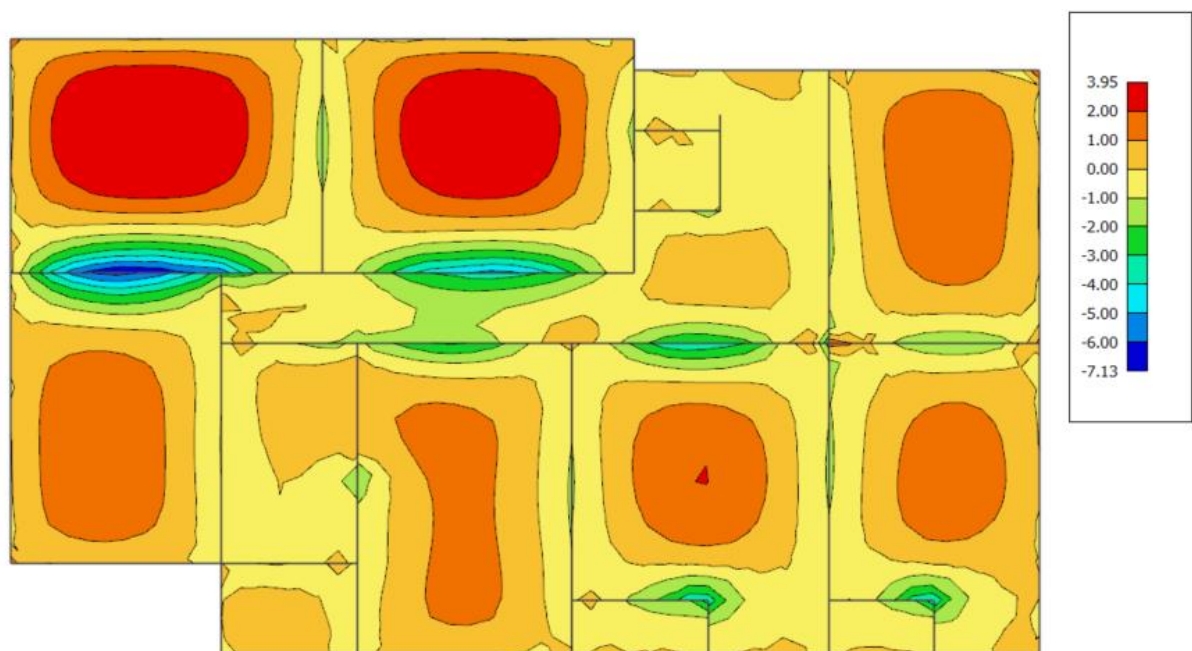
Slika 5.5. Poprečne sile  $V_{Ed,x}$  (kN/m) za GSN



Slika 5.6. Poprečne sile  $V_{Ed,y}$  (kN/m) za GSN



Slika 5.7. Armatura u ploči  $A_{s,x-x}$  ( $\text{cm}^2/\text{m}$ ) za GSN



Slika 5.8. Armatura u ploči  $A_{s,y-y}$  ( $\text{cm}^2/\text{m}$ ) za GSN

## 5.2. Proračun potrebne armature

$$\text{Beton:} \quad \text{C 25/30} \quad f_{ck} = 25,0 \text{ MPa} \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$$

$$\text{Armatura:} \quad \text{B 500B} \quad f_{yk} = 500,0 \text{ MPa} \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa}$$

Minimalna i maksimalna armatura ploče:

$$A_{s,min} = 0,0015 \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 100 \cdot 15,5 = 2,34 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = 0,6 \cdot b \cdot \frac{d}{f_{yk}} = 0,6 \cdot 100 \cdot \frac{15,5}{500} = 1,86 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = 0,31 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,31 \cdot 100 \cdot 15,5 \cdot \frac{16,67}{434,8} = 18,42 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Za proračun armature ploče usvaja se  $\zeta = 0,9$ .

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{M_{Ed} \cdot 100}{0,9 \cdot 15,5 \cdot 43,48} = M_{Ed} \cdot 0,165 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:

$$V_{Rd,c} = \left[ C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{155}} = 2,14 \leq 2,0 \rightarrow k = 2,0$$

$$\rho_l = \frac{A_s}{A_c} = \frac{4,24}{15,5 \cdot 100} = 0,0027$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,0$$

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 2,00 \cdot (100 \cdot 0,0027 \cdot 25)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0 \right] \cdot 1000 \cdot 155 = 70,30 \text{ kN/m}$$

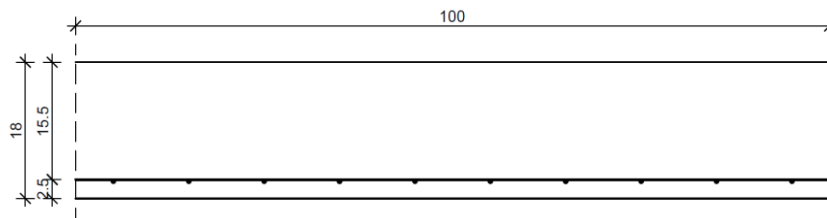
$$V_{Rd,c,min} = [\nu_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\nu_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 2,0^{\frac{3}{2}} \cdot 35^{\frac{1}{2}} = 0,586$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Sd}}{A_c} = 0,0$$

$$V_{Rd,c,min} = [0,586 + 0,15 \cdot 0] \cdot 1000 \cdot 155 = 90,83 \text{ kN/m}$$



Slika 5.9. Presjek ploče u polju

$$h = 18 \text{ cm}$$

$$a = 2,5 \text{ cm}$$

$$d = 15,5 \text{ cm}$$

Zbog preraspodjele dobivenu armaturu potrebno je umanjiti nad ležajem za 15% i povećati u polju 25%.

$$\text{Armatura u polju: } 3,95 \cdot 1,25 = 4,94 \text{ cm}^2$$

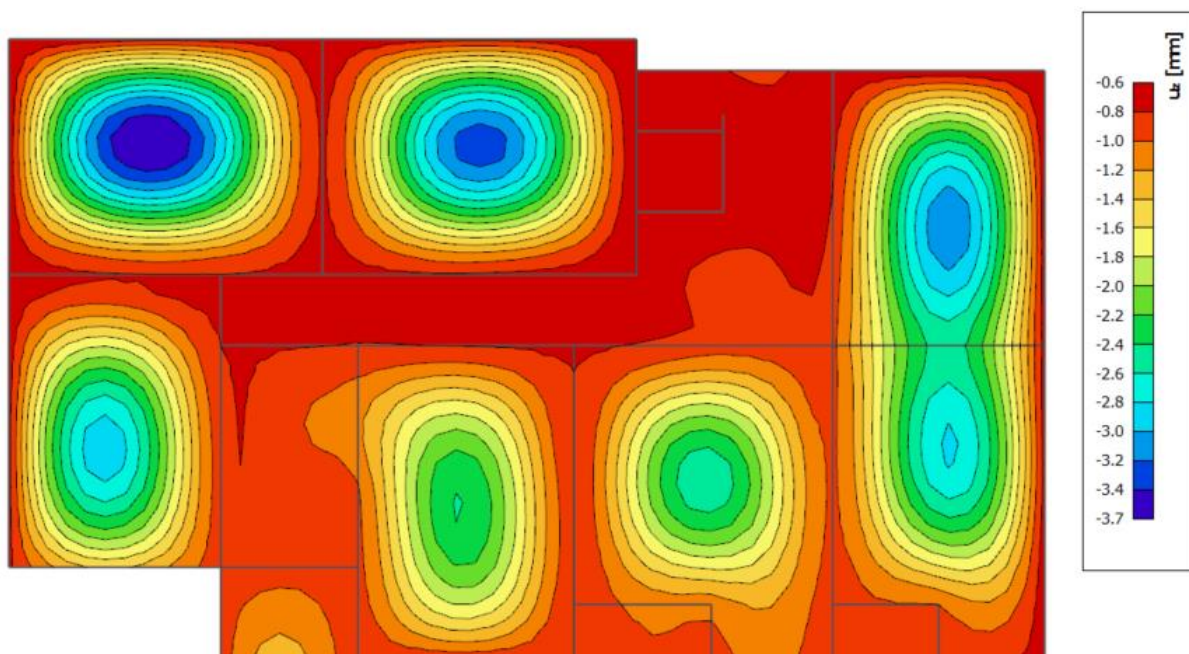
$$\text{Armatura na ležaju: } 5,37 \cdot 0,85 = 4,56 \text{ cm}^2$$

**Odabrano: Polje Q 503 (5,03 cm<sup>2</sup>/m)**

**Ležaj Q 503 (5,03 cm<sup>2</sup>/m)**

Na mjestima gdje je potrebna veća armatura postavljaju se šipke  $\emptyset 10/25$  (3,14 cm<sup>2</sup>/m), odnosno  $\emptyset 10/20$  (3,93 cm<sup>2</sup>/m).

### 5.3. Kontrola progiba

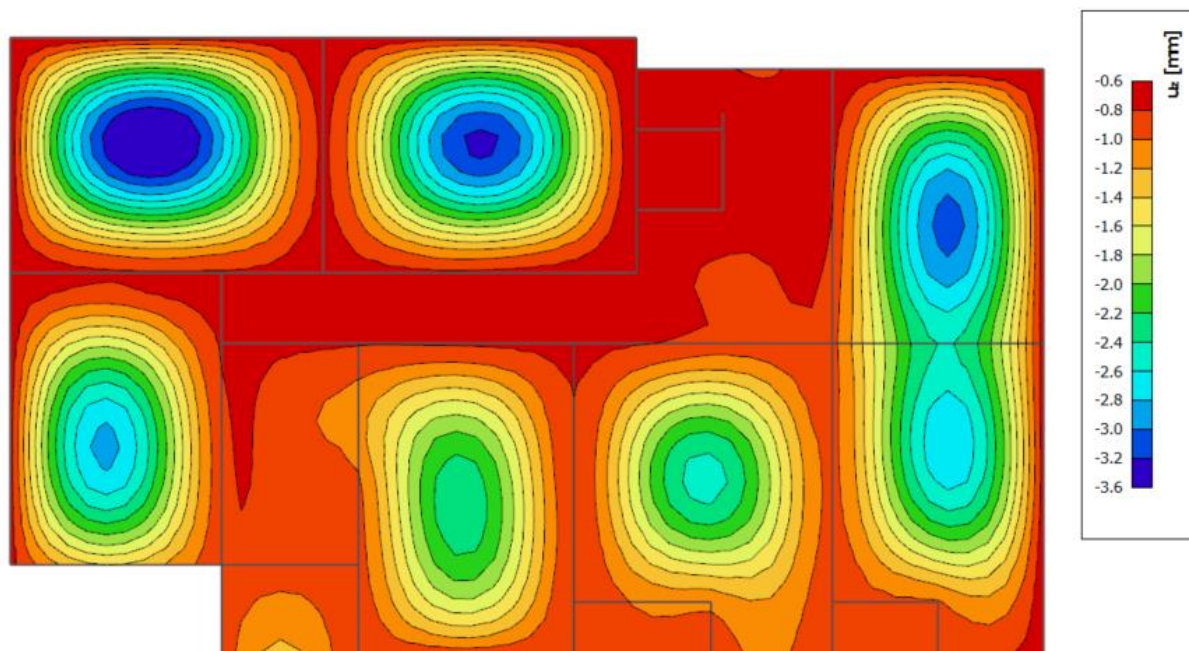


Slika 5.10. Progib ploče (mm) za kombinaciju GSU1

Najveći progib:  $U_z = 3,7 \text{ mm}$

Dozvoljen progib:  $L/1000 = 540/1000 = 5,4 \text{ mm}$

Međukatna ploča **zadovoljava** na progibe.



Slika 5.11. Progib ploče (mm) za kombinaciju GSU2

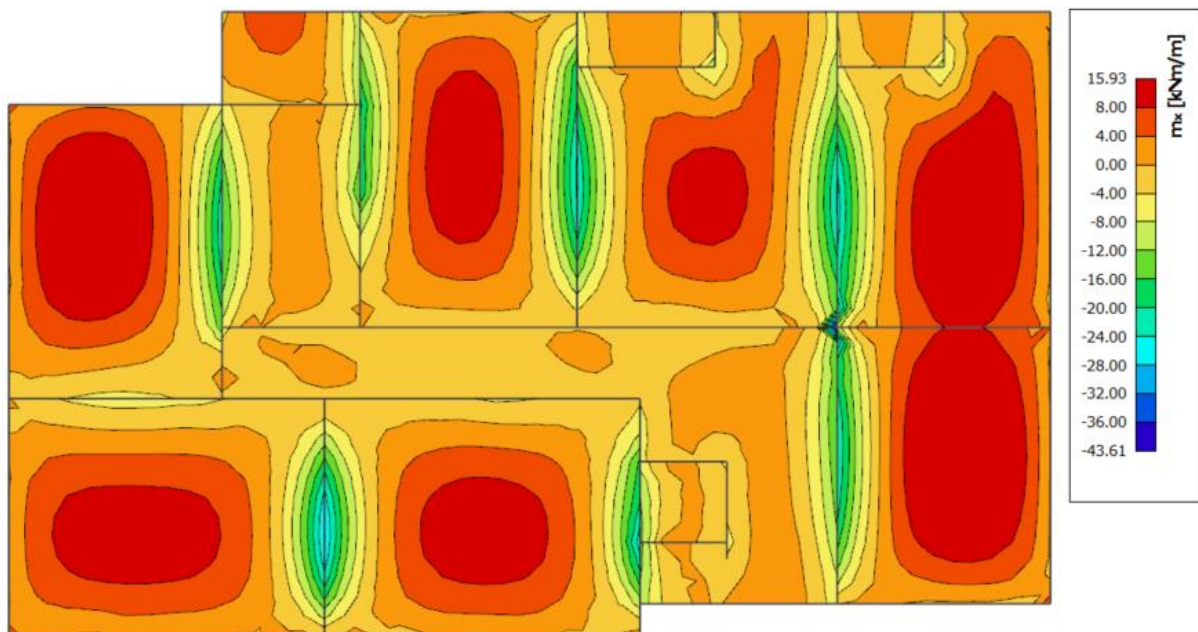
Najveći progib:  $U_z = 3,6 \text{ mm}$

Dozvoljen progib:  $L/1250 = 540/1250 = 4,3 \text{ mm}$

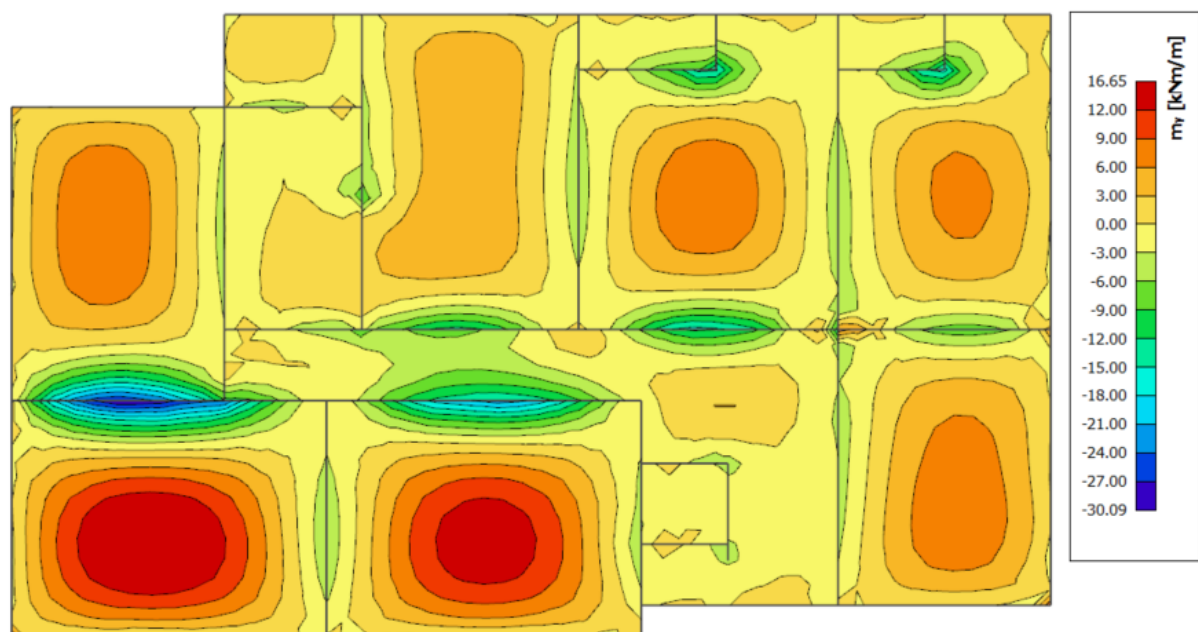
Međukatna ploča **zadovoljava** na progibe.



## 5.4. Kontrola pukotina



Slika 5.12. Moment savijanja  $M_{Ed,x}$  (kNm/m) za GSU1



Slika 5.13. Moment savijanja  $M_{Ed,y}$  (kNm/m) za GSU1

$$M_{Ed} = 16,65 + 30\% = 21,65 \text{ kNm}$$

Prognoza širine pukotine:

$$w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{s,m} - \varepsilon_{c,m})$$

Proračun srednje deformacije armature:

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

$$A_{s1} = \mathbf{Q\ 503} \text{ (5,03 cm}^2\text{/m)}$$

Modul elastičnosti betona:  $E_{cm} = 31,00 \text{ GPa} = 31\ 000,0 \text{ MPa}$

Modul elastičnosti armature:  $E_s = 200,00 \text{ GPa} = 200\ 000,0 \text{ MPa}$

Za beton klase C 25/30:  $f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$

Dugotrajno opterećenje:  $k_t = 0,4$

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200,0}{31,0} = 6,45$$

$$x = \frac{\alpha_e \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_e \cdot A_{s1}}} \right) = \frac{6,45 \cdot 5,03}{100} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 100 \cdot 15,5}{6,45 \cdot 5,03}} \right) =$$

$$x = 2,86 \text{ cm}$$

$$\sigma_s = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{Ed}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_{s1}} = \frac{2165}{\left(15,5 - \frac{2,86}{3}\right) \cdot 5,03} = 29,59 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = 295,9 \text{ MPa}$$

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_{s1}}{A_{c,eff}} = \frac{A_{s1}}{100 \cdot 2,5 \cdot d_1} = \frac{5,03}{100 \cdot 2,5 \cdot 2,5} = 0,008$$

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = \frac{295,9 - 0,4 \cdot \frac{2,6}{0,008} \cdot (1 + 6,45 \cdot 0,008)}{200000} \geq 0,6 \cdot \frac{295,9}{200000,0}$$

$$\frac{159,19}{200000} \geq \frac{177,5}{200000}$$

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,00089$$

Proračun srednjeg razmaka pukotina:

$$S_{r,max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi}{\rho_{p,eff}}$$

Promjer najdeblje šipke:  $\phi = 8 \text{ mm}$

Rebrasta armatura:  $k_1 = 0,8$

Savijanje :  $k_2 = 0,5$

$k_3 = 3,4$

$k_4 = 0,425$

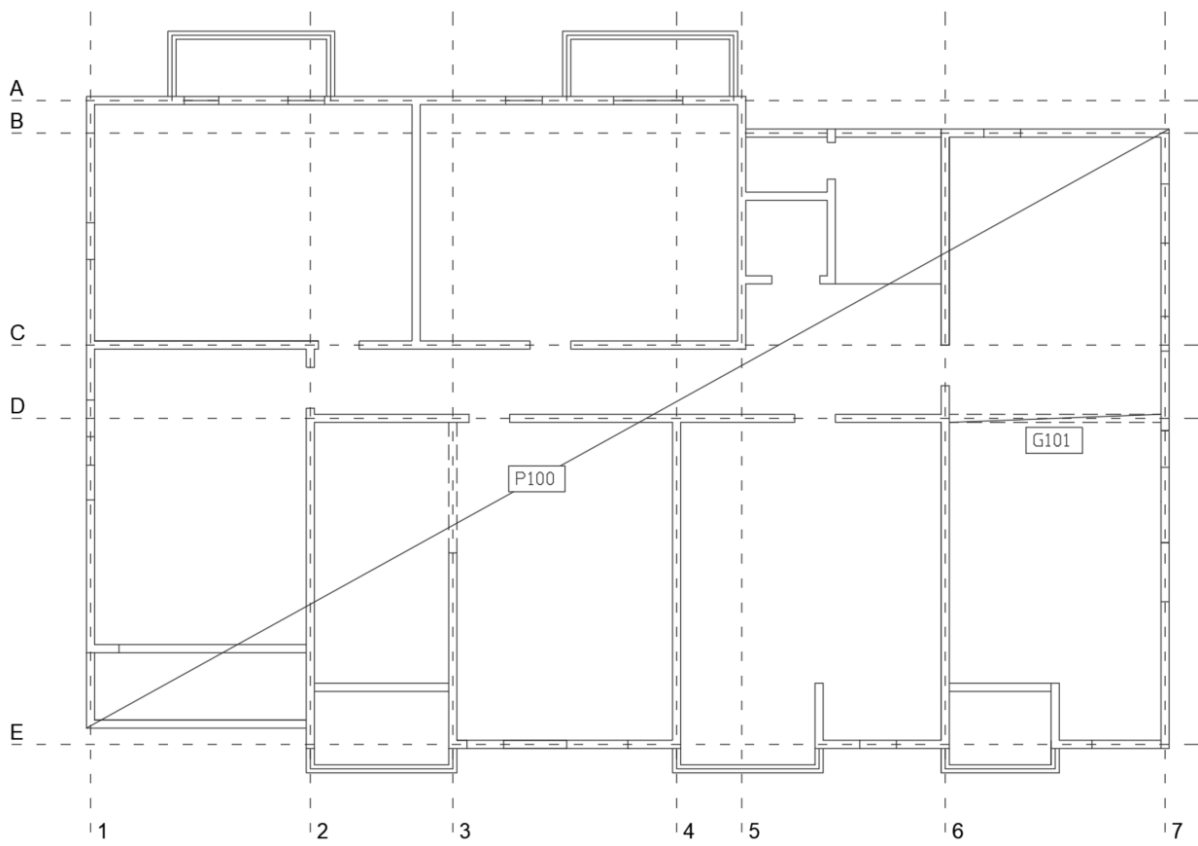
Zaštitni sloj uzdužne armature:  $c = 20 \text{ mm}$

$$S_{r,max} = 3,4 \cdot 20 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot \frac{8}{0,008} = 238,0 \text{ mm}$$

$$W_k = w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{s,m} - \varepsilon_{c,m}) = 238,0 \cdot 0,00089 = 0,212 \leq 0,300 \text{ mm}$$

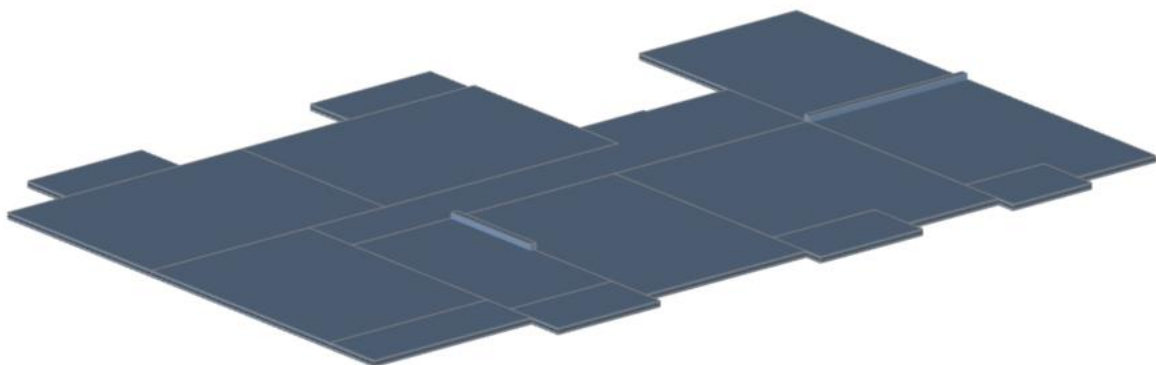
**Pukotine zadovoljavaju**

## 6. PRORAČUN MEĐUKATNE GREDE

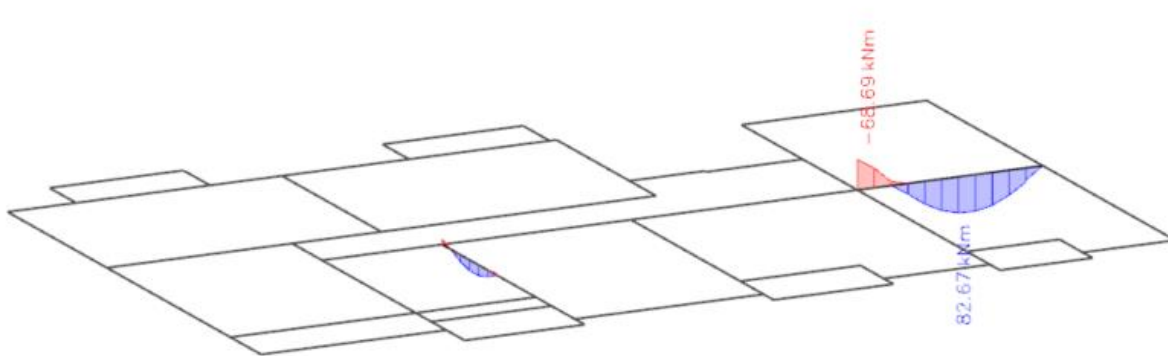
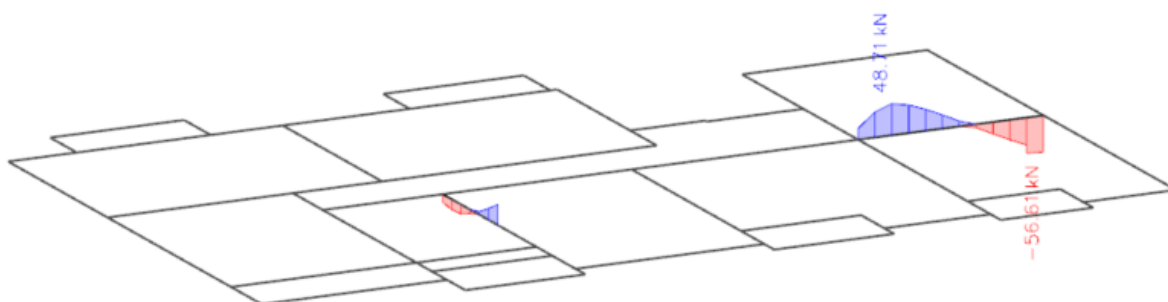


Slika 6.1. Prikaz pozicije G101 – karakteristična greda međukatne konstrukcije

### 6.1. Prikaz modela i rezultata



Slika 6.2. Prikaz modela grede G101

Slika 6.3. Moment savijanja  $M_{Ed,y}$  (kNm) za GSNSlika 6.4. Poprečne sile  $V_{Ed,z}$  (kN) za GSN

## 6.2. Dimenzioniranje grede na moment savijanja

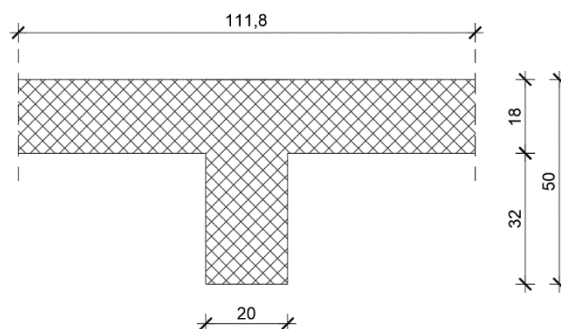
Beton: C 25/30  $f_{ck} = 25,0 \text{ MPa}$   $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$

Armatura: B 500B  $f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$   $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa}$

Polje:

$$b_{eff} = b_0 + \frac{l_0}{5};$$

$$b_{eff} = 20 + \frac{0,85 \cdot 540}{5} = 111,8 \text{ cm}$$



Slika 6.5. Presjek grede u polju

Zbog preraspodjele momenata savijanja, moment u polju je povećan za 30%.

$$M_{Ed} = 82,67 + 30\% = 107,47 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{10747}{111,8 \cdot 47^2 \cdot 1,67} = 0,026$$

Očitano:  $\varepsilon_{s1} = 10,0\text{‰}$        $\varepsilon_{c2} = 0,9\text{‰}$        $\xi = 0,083$        $\zeta = 0,971$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{10747}{0,971 \cdot 47 \cdot 43,48} = 5,42 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrano: **3Ø16** (6,03 cm<sup>2</sup>/m')

Ležaj:

Zbog preraspodjele momenata savijanja, moment nad ležajem je umanjen za 15%.

$$M_{Ed} = 68,69 - 15\% = 58,39 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{5839}{20 \cdot 47^2 \cdot 1,67} = 0,079$$

Očitano:  $\varepsilon_{s1} = 10,0\text{‰}$        $\varepsilon_{c2} = 1,9\text{‰}$        $\xi = 0,160$        $\zeta = 0,941$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{5839}{0,941 \cdot 47 \cdot 43,48} = 3,04 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrano: **2Ø16** (4,02 cm<sup>2</sup>/m')

### 6.3. Dimenzioniranje grede na poprečnu silu

$$V_{Ed} = 56,61 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 0,0 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[ C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$$

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{470}} = 1,65 \leq 2$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,0$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$\rho_l = \frac{A_s}{A_c} = \frac{2\emptyset 16 + 2\emptyset 10 + 3\emptyset 16}{20 \cdot 50} = \frac{11,62}{20 \cdot 50} = 0,012$$

$$56,61 \text{ kN} \leq V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 1,65 \cdot (100 \cdot 0,012 \cdot 25)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0 \right] \cdot 200 \cdot 470 = 57,83 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} \geq [\nu_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\nu_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,65^{\frac{3}{2}} \cdot 25^{\frac{1}{2}} = 0,371$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Sd}}{A_c} = 0,0$$

$$V_{Rd,c} \geq [0,371 + 0,15 \cdot 0] \cdot 200 \cdot 470$$

$$V_{Rd,c} \geq 34874,0 \text{ N} = 34,87 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot \nu \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$$

$$\nu = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{25}{250} \right] = 0,54$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot 0,54 \cdot 200 \cdot 470 \cdot 16,67 = 423084,6 \text{ kN} = 423,08 \text{ kN} > V_{Ed}$$

$$\frac{V_{Ed,max}}{V_{Rd,max}} = \frac{56,61}{423,08} \approx 0,134 \rightarrow V_{Ed} = 0,134 \cdot V_{Rd,max}$$

$$S_{max} = \min (0,75 \cdot d ; 30 \text{ cm}) = \min(35,25 ; 30) \rightarrow S_{max} = 30,0 \text{ cm}$$

$$\rho_{min} = 0,0011$$

Potrebna računaska poprečna armatura:

$$A_{Sw,min} = \frac{\rho_{min} \cdot S_w \cdot b_w}{m} = \frac{0,0011 \cdot 30 \cdot 20}{2} = 0,33 \text{ cm}^2$$

Odabrane minimalne spone: **Ø8/30** (0,50 cm<sup>2</sup>)

$$V_{Rd} = V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{yd} \cdot m \cdot \operatorname{ctg} \theta$$

$$V_{Rd,s} = \frac{0,50}{30} \cdot (0,9 \cdot 47) \cdot 43,48 \cdot 2 \cdot 1 = 61,31 \text{ kN}$$

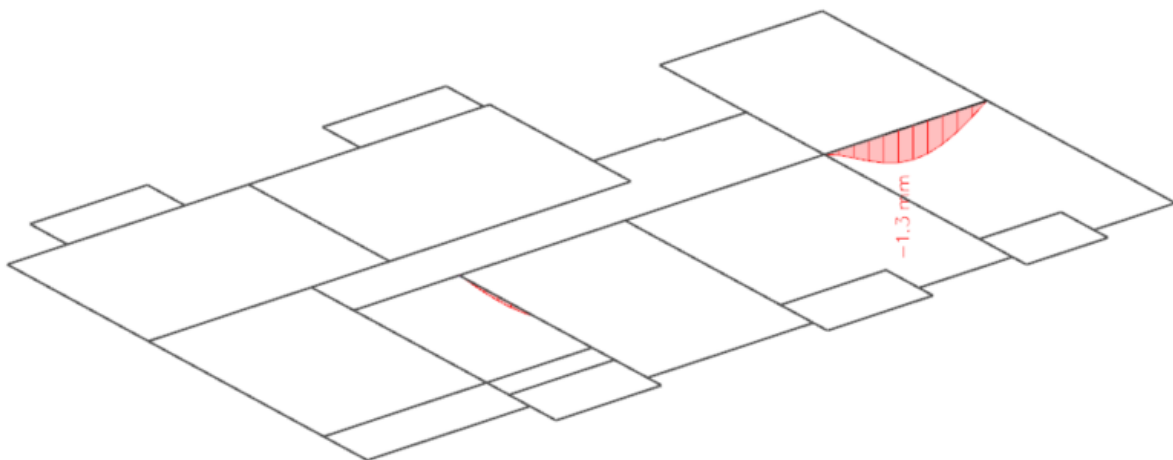
$$V_{Ed} > V_{Rd}$$

Na mjestu maksimalne poprečne sile:

$$s_w \leq \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{V_{Ed}} = \frac{2 \cdot 0,5 \cdot 43,48 \cdot (0,9 \cdot 47)}{56,61} = 32,49 \text{ cm}$$

Postaviti spone: **Ø8/30** (0,50 cm<sup>2</sup>)

#### 6.4. Kontrola progiba



Slika 6.6. Progib grede (mm) za kombinaciju GSU1

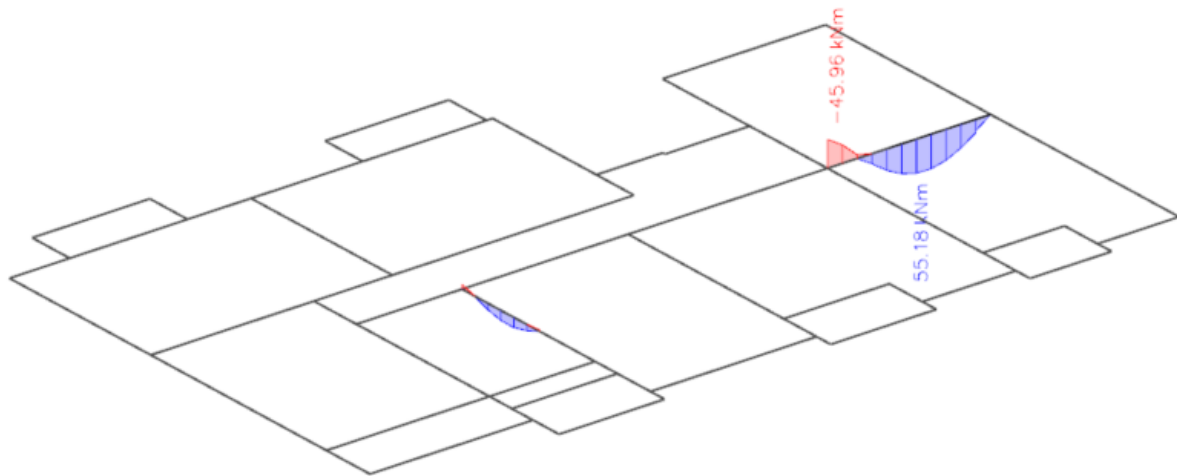
Najveći progib:  $U_z = 1,3 \text{ mm}$

Dozvoljen progib:  $L/250 = 540/250 = 2,16 \text{ cm}$

Međukatna greda **zadovoljava** na progibe.



## 6.5. Kontrola pukotina



Slika 6.17. Moment savijanja  $M_{Ed,y}$  (kNm) za GSU1

$$M_{Ed} = 55,18 + 30\% = 71,73 \text{ kNm}$$

Prognoza širine pukotine:

$$w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{s,m} - \varepsilon_{c,m})$$

Proračun srednje deformacije armature:

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

$$A_{s1} = \mathbf{3\emptyset 16} \text{ (6,03 cm}^2\text{/m')}$$

Modul elastičnosti betona:  $E_{cm} = 31,00 \text{ GPa} = 31\,000,0 \text{ Mpa}$

Modul elastičnosti armature:  $E_s = 200,00 \text{ GPa} = 200\,000,0 \text{ Mpa}$

Za beton klase C 25/30:  $f_{ctm} = 2,6 \text{ Mpa}$

Dugotrajno opterećenje:  $k_t = 0,4$

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200,0}{31,0} = 6,45$$

$$x = \frac{\alpha_e \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_e \cdot A_{s1}}} \right) = \frac{6,45 \cdot 6,03}{20} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 20 \cdot 47}{6,45 \cdot 6,03}} \right) =$$

$$x = 11,71 \text{ cm}$$

$$\sigma_s = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{Ed}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_{s1}} = \frac{7173}{\left(47 - \frac{11,71}{3}\right) \cdot 6,03} = 27,60 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = 276,0 \text{ MPa}$$

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_{s1}}{A_{c,eff}} = \frac{A_{s1}}{b \cdot 2,5 \cdot d_1} = \frac{6,03}{20 \cdot 2,5 \cdot 3,0} = 0,0402$$

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = \frac{276,0 - 0,4 \cdot \frac{2,6}{0,0402} \cdot (1 + 6,45 \cdot 0,0402)}{200000} \geq 0,6 \cdot \frac{276,0}{200000,0}$$

$$\frac{243,42}{200000} > \frac{165,6}{200000}$$

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,00122$$

Proračun srednjeg razmaka pukotina:

$$S_{r,max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi}{\rho_{p,eff}}$$

Promjer najdeblje šipke:  $\phi = 16 \text{ mm}$

Rebrasta armatura:  $k_1 = 0,8$

Savijanje:  $k_2 = 0,5$

$k_3 = 3,4$

$k_4 = 0,425$

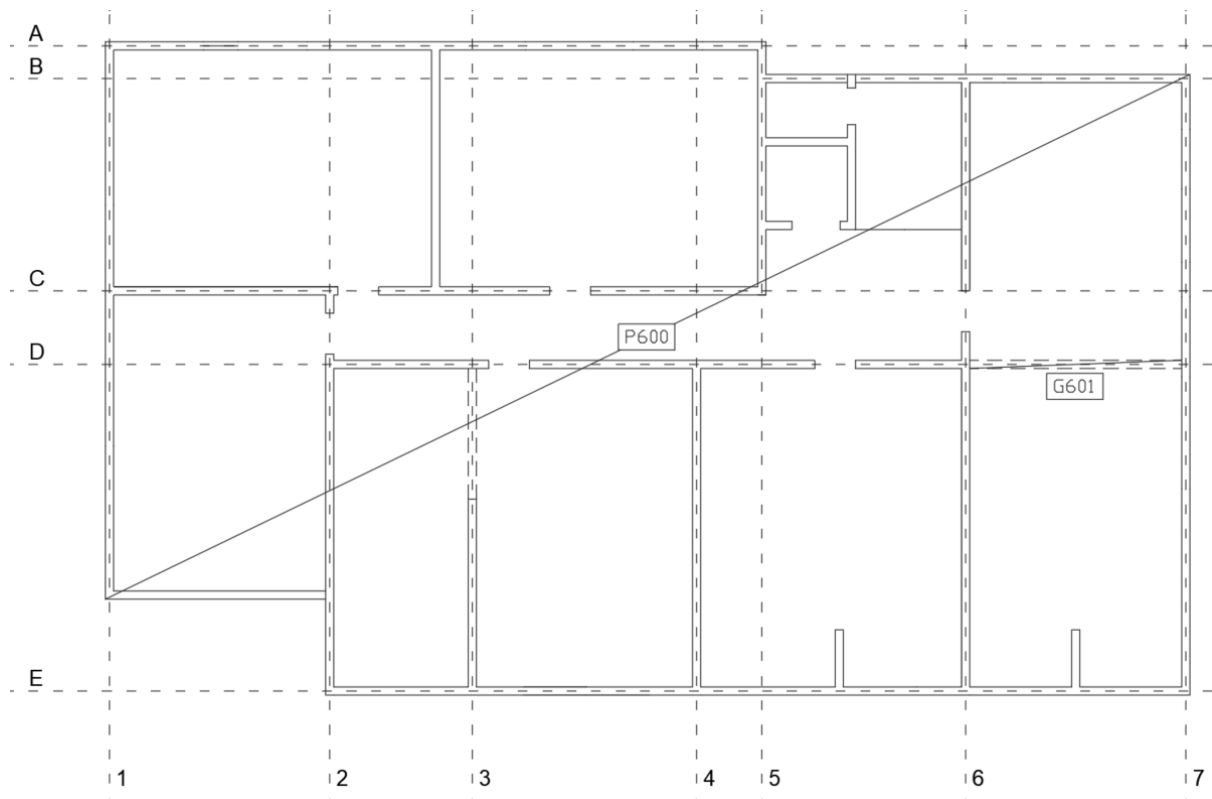
Zaštitni sloj uzdužne armature:  $c = 25 \text{ mm}$

$$S_{r,max} = 3,4 \cdot 25 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot \frac{16}{0,0402} = 152,66 \text{ mm}$$

$$W_k = w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{s,m} - \varepsilon_{c,m}) = 152,66 \cdot 0,00122 = 0,186 \leq 0,300 \text{ mm}$$

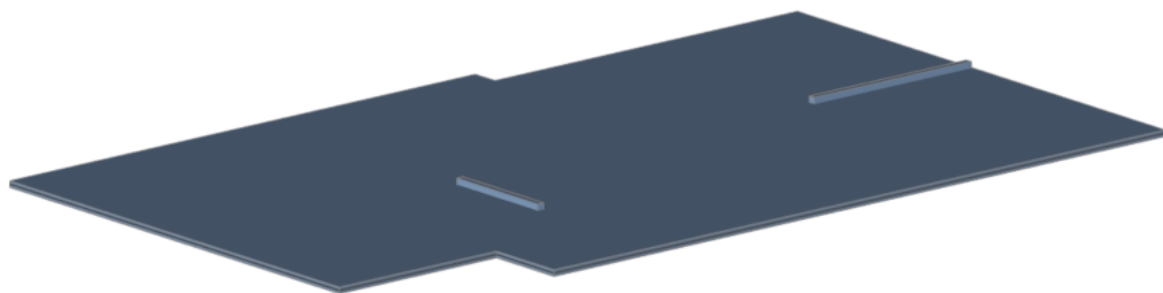
**Pukotine zadovoljavaju**

## 7. PRORAČUN KROVNE GREDE

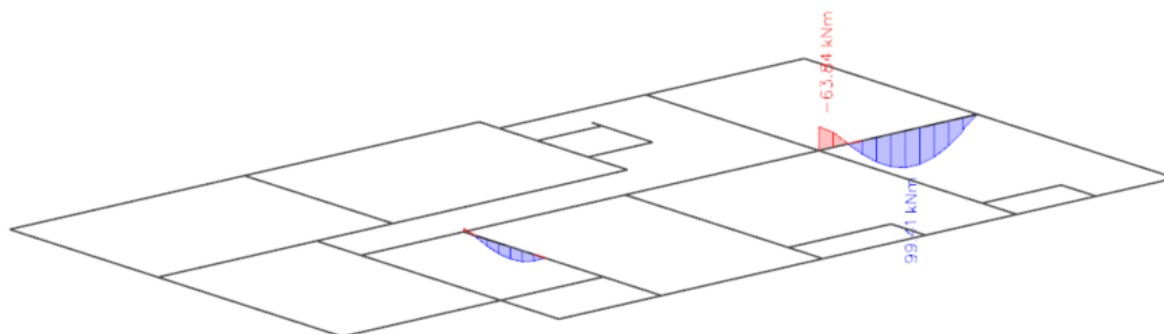
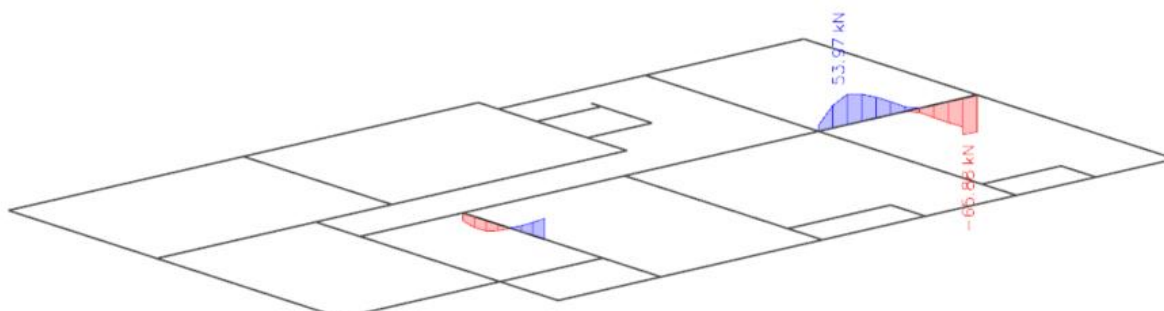


Slika 7.1. Prikaz pozicije G601 – karakteristična greda krovne konstrukcije

### 7.1. Prikaz modela i rezultata



Slika 7.2. Prikaz modela

Slika 7.3. Moment savijanja  $M_{Ed,y}$  (kNm) za GSNSlika 7.4. Poprečne sile  $V_{Ed,z}$  (kN) za GSN

## 7.2. Dimenzioniranje grede na moment savijanja

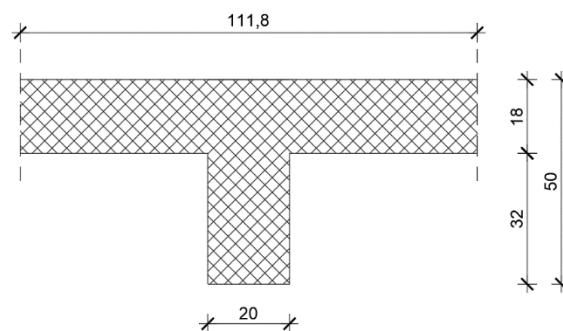
Beton: C 25/30  $f_{ck} = 25,0 \text{ MPa}$   $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$

Armatura: B 500B  $f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$   $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa}$

Polje:

$$b_{eff} = b_0 + \frac{l_0}{5};$$

$$b_{eff} = 20 + \frac{0,85 \cdot 540}{5} = 111,8 \text{ cm}$$



Slika 7.5. Presjek grede u polju

Zbog preraspodjele momenata savijanja, moment u polju je povećan za 30%.

$$M_{Ed} = 99,41 + 30\% = 129,23 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{12923}{111,8 \cdot 47^2 \cdot 1,67} = 0,031$$

Očitano:  $\varepsilon_{s1} = 10,0\text{‰}$        $\varepsilon_{c2} = 1,1\text{‰}$        $\xi = 0,099$        $\zeta = 0,965$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{12923}{0,965 \cdot 47 \cdot 43,48} = 6,55 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrano: **4Ø16** (8,04 cm<sup>2</sup>/m')

Ležaj:

Zbog preraspodjele momenata savijanja, moment nad ležajem je umanjen za 15%.

$$M_{Ed} = 63,84 - 15\% = 54,26 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{5426}{20 \cdot 47^2 \cdot 1,67} = 0,074$$

Očitano:  $\varepsilon_{s1} = 10,0\text{‰}$        $\varepsilon_{c2} = 1,8\text{‰}$        $\xi = 0,153$        $\zeta = 0,944$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{5426}{0,944 \cdot 47 \cdot 43,48} = 2,81 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrano: **2Ø16** (4,02 cm<sup>2</sup>/m)

### 7.3. Dimenzioniranje grede na poprečnu silu

$$V_{Ed} = 65,88 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 0,0 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \left[ C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$$

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{470}} = 1,65 \leq 2$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,0$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$\rho_l = \frac{A_s}{A_c} = \frac{2\emptyset 16 + 2\emptyset 10 + 4\emptyset 16}{20 \cdot 50} = \frac{13,63}{20 \cdot 50} = 0,014$$

$$65,88 \text{ kN} \leq V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 1,65 \cdot (100 \cdot 0,014 \cdot 25)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0 \right] \cdot 200 \cdot 470 = 60,88 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} \geq [\nu_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\nu_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,65^{\frac{3}{2}} \cdot 25^{\frac{1}{2}} = 0,371$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Sd}}{A_c} = 0,0$$

$$V_{Rd,c} \geq [0,371 + 0,15 \cdot 0] \cdot 200 \cdot 470$$

$$V_{Rd,c} \geq 34874,0 \text{ N} = 34,87 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot \nu \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$$

$$\nu = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{25}{250} \right] = 0,54$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot 0,54 \cdot 200 \cdot 470 \cdot 16,67 = 423084,6 \text{ kN} = 423,08 \text{ kN} > V_{Ed}$$

$$\frac{V_{Ed,max}}{V_{Rd,max}} = \frac{65,88}{423,08} \approx 0,156 \rightarrow V_{Ed} = 0,156 \cdot V_{Rd,max}$$

$$S_{max} = \min (0,75 \cdot d ; 30 \text{ cm}) = \min(35,25 ; 30) \rightarrow S_{max} = 30,0 \text{ cm}$$

$$\rho_{min} = 0,0011$$

Potrebna računaska poprečna armatura:

$$A_{Sw,min} = \frac{\rho_{min} \cdot S_w \cdot b_w}{m} = \frac{0,0011 \cdot 30 \cdot 20}{2} = 0,33 \text{ cm}^2$$

Odabrane minimalne spone: **Ø8/30** (0,50 cm<sup>2</sup>)

$$V_{Rd} = V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{yd} \cdot m \cdot \operatorname{ctg} \theta$$

$$V_{Rd,s} = \frac{0,50}{30} \cdot (0,9 \cdot 47) \cdot 43,48 \cdot 2 \cdot 1 = 61,31 \text{ kN}$$

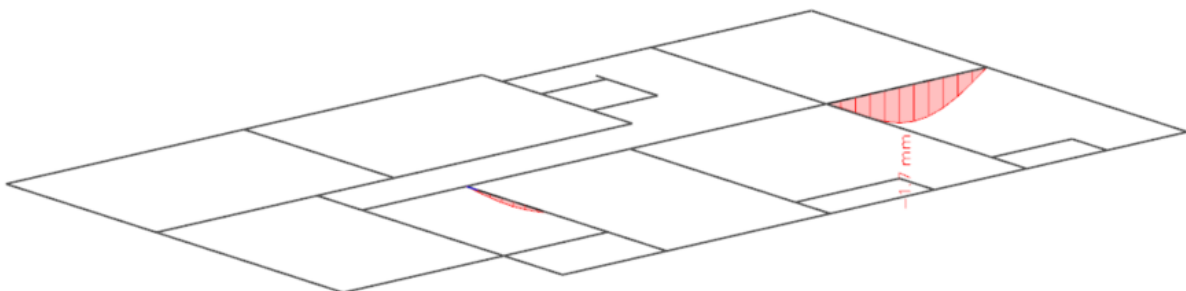
$$V_{Ed} > V_{Rd}$$

Na mjestu maksimalne poprečne sile:

$$s_w \leq \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{V_{Ed}} = \frac{2 \cdot 0,5 \cdot 43,48 \cdot (0,9 \cdot 47)}{65,88} = 27,91 \text{ cm}$$

Postaviti spone: **Ø8/25** (0,50 cm<sup>2</sup>)

#### 7.4. Kontrola progiba



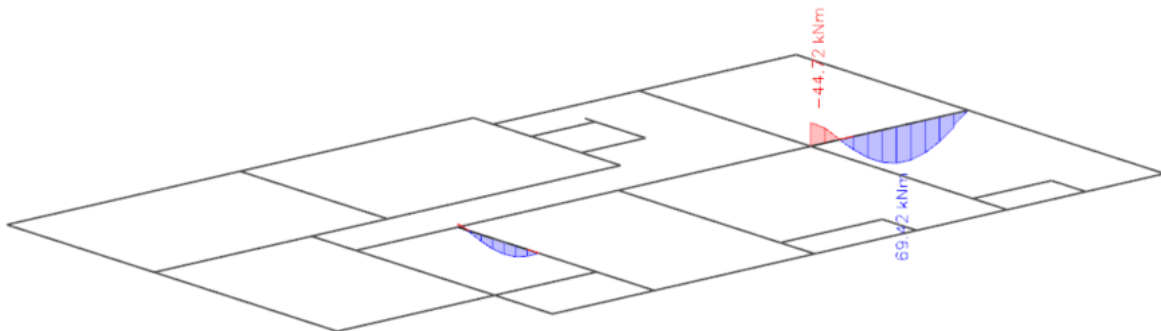
Slika 7.6. Progib grede (mm) za kombinaciju GSU1

Najveći progib:  $U_z = 1,7 \text{ mm}$

Dozvoljen progib:  $L/250 = 540/250 = 2,16 \text{ cm}$

Međukatna greda **zadovoljava** na progibe.

## 7.5. Kontrola pukotina



Slika 6.17. Moment savijanja  $M_{Ed,y}$  (kNm) za GSU1

$$M_{Ed} = 69,42 + 30\% = 90,25 \text{ kNm}$$

Prognoza širine pukotine:

$$w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{s,m} - \varepsilon_{c,m})$$

Proračun srednje deformacije armature:

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

$$A_{s1} = 4\emptyset 16 \text{ (8,04 cm}^2\text{/m')}$$

Modul elastičnosti betona:  $E_{cm} = 31,00 \text{ GPa} = 31\,000,0 \text{ MPa}$

Modul elastičnosti armature:  $E_s = 200,00 \text{ GPa} = 200\,000,0 \text{ MPa}$

Za beton klase C 25/30:  $f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$

Dugotrajno opterećenje:  $k_t = 0,4$

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200,0}{31,0} = 6,45$$



$$x = \frac{\alpha_e \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_e \cdot A_{s1}}} \right) = \frac{6,45 \cdot 8,04}{20} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 20 \cdot 47}{6,45 \cdot 8,04}} \right) =$$

$$x = 13,23 \text{ cm}$$

$$\sigma_s = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{Ed}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_{s1}} = \frac{9025}{\left(47 - \frac{13,23}{3}\right) \cdot 8,04} = 26,36 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = 263,6 \text{ MPa}$$

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_{s1}}{A_{c,eff}} = \frac{A_{s1}}{b \cdot 2,5 \cdot d_1} = \frac{8,04}{20 \cdot 2,5 \cdot 3,0} = 0,0536$$

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = \frac{263,6 - 0,4 \cdot \frac{2,6}{0,0536} \cdot (1 + 6,45 \cdot 0,0536)}{200000} \geq 0,6 \cdot \frac{263,6}{200000,0}$$

$$\frac{237,49}{200000} > \frac{158,2}{200000}$$

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,00119$$

Proračun srednjeg razmaka pukotina:

$$S_{r,max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi}{\rho_{p,eff}}$$

Promjer najdeblje šipke:  $\phi = 16 \text{ mm}$

Rebrasta armatura:  $k_1 = 0,8$

Savijanje:  $k_2 = 0,5$

$k_3 = 3,4$

$k_4 = 0,425$

Zaštitni sloj uzdužne armature:  $c = 25 \text{ mm}$

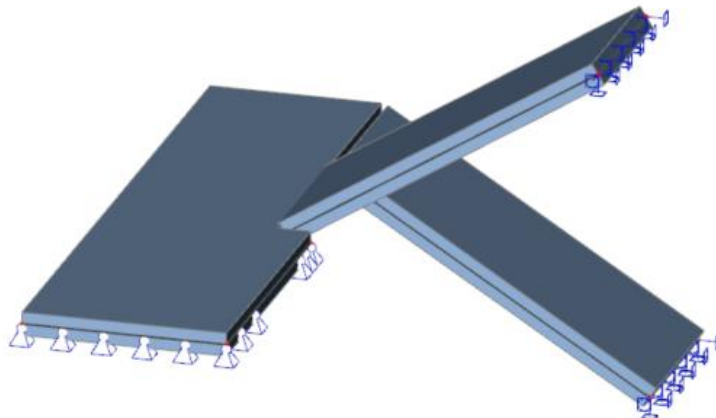
$$S_{r,max} = 3,4 \cdot 25 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot \frac{16}{0,0536} = 135,75 \text{ mm}$$

$$W_k = w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{s,m} - \varepsilon_{c,m}) = 135,75 \cdot 0,00119 = 0,162 \leq 0,300 \text{ mm}$$

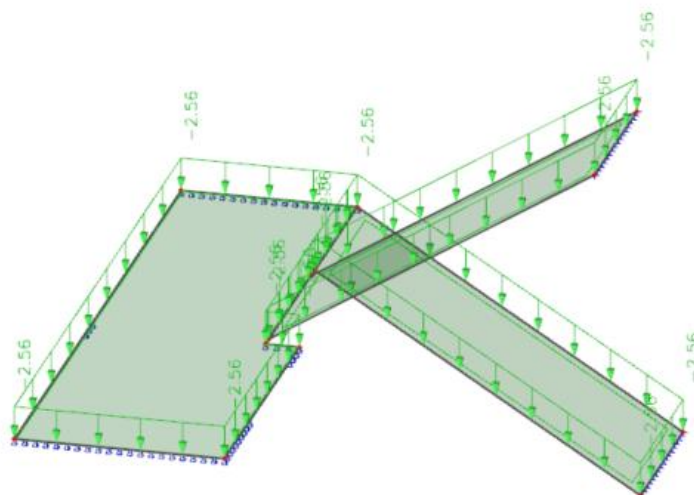
**Pukotine zadovoljavaju**

## 8. PRORAČUN STUBIŠTA

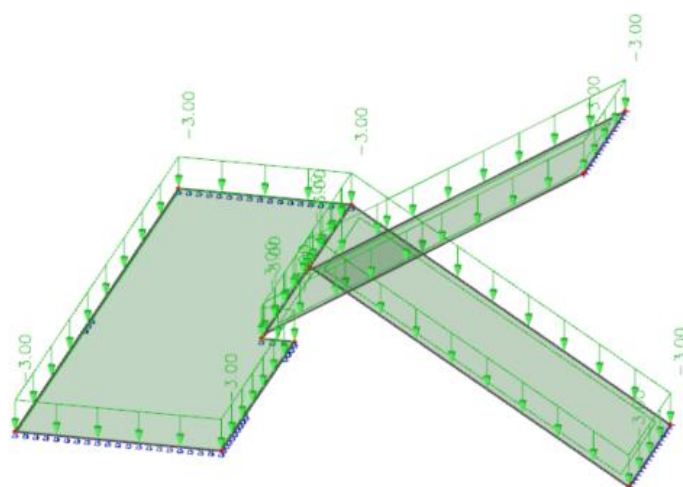
### 8.1. Prikaz modela i rezultata



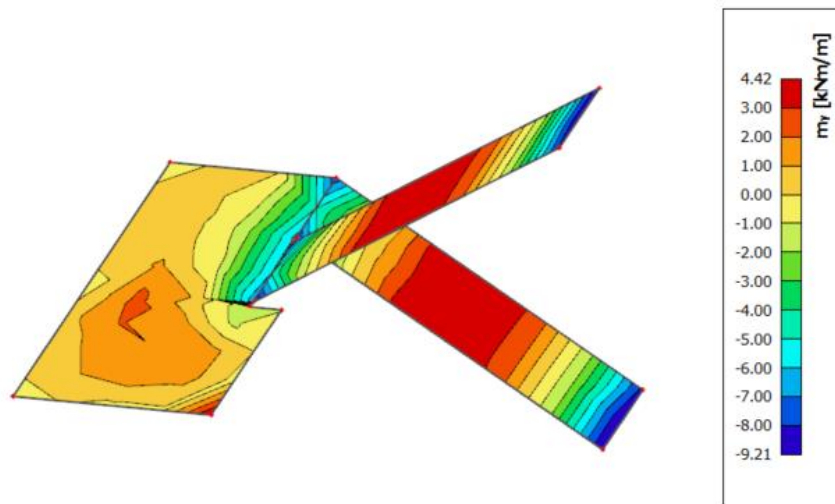
Slika 8.1. Prikaz modela stubišta



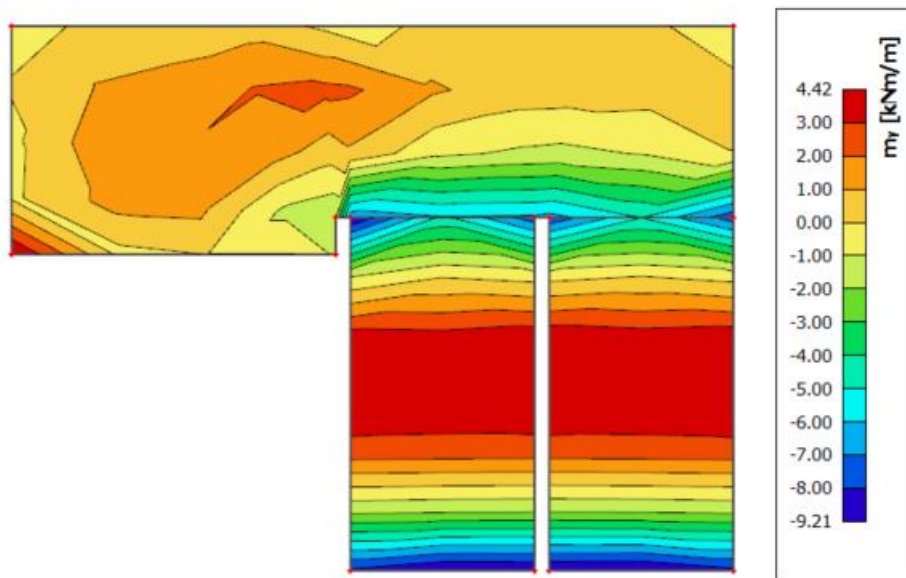
Slika 8.2. Dodatno stalno djelovanje -  $\Delta g$



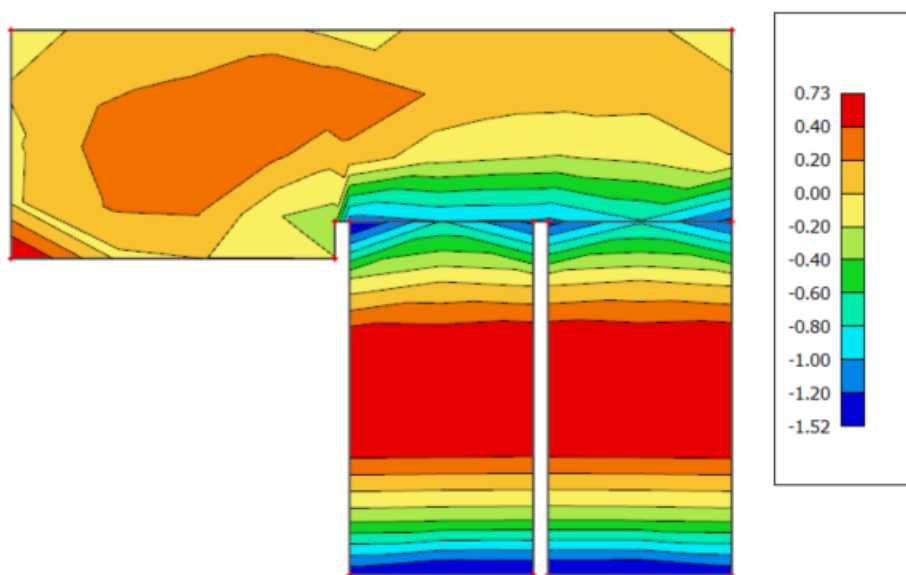
Slika 8.3. Korisno opterećenje -  $q$



Slika 8.4. Izometrijski prikaz momenta savijanja  $M_{Ed,y}$  (kNm/m) za GSN



Slika 8.5. Tlocrtni prikaz momenta savijanja  $M_{Ed,y}$  (kNm/m) za GSN



Slika 8.6. Armatura u stubištu  $A_{s,y-y}$  (cm<sup>2</sup>/m) za GSN

## 8.2. Proračun potrebne armature

$$\text{Beton:} \quad \text{C 25/30} \quad f_{ck} = 25,0 \text{ MPa} \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$$

$$\text{Armatura:} \quad \text{B 500B} \quad f_{yk} = 500,0 \text{ MPa} \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa}$$

Minimalna i maksimalna armatura ploče:

$$A_{s,min} = 0,0015 \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 100 \cdot 15,5 = 2,34 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = 0,6 \cdot b \cdot \frac{d}{f_{yk}} = 0,6 \cdot 100 \cdot \frac{15,5}{500} = 1,86 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = 0,31 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,31 \cdot 100 \cdot 15,5 \cdot \frac{16,67}{434,8} = 18,42 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Za proračun armature ploče usvaja se  $\zeta = 0,9$ .

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{M_{Ed} \cdot 100}{0,9 \cdot 15,5 \cdot 43,48} = M_{Ed} \cdot 0,165 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$h = 18 \text{ cm}$$

$$a = 2,5 \text{ cm}$$

$$d = 15,5 \text{ cm}$$

Zbog preraspodjele dobivenu armaturu potrebno je umanjiti nad ležajem za 15% i povećati u polju 25%.

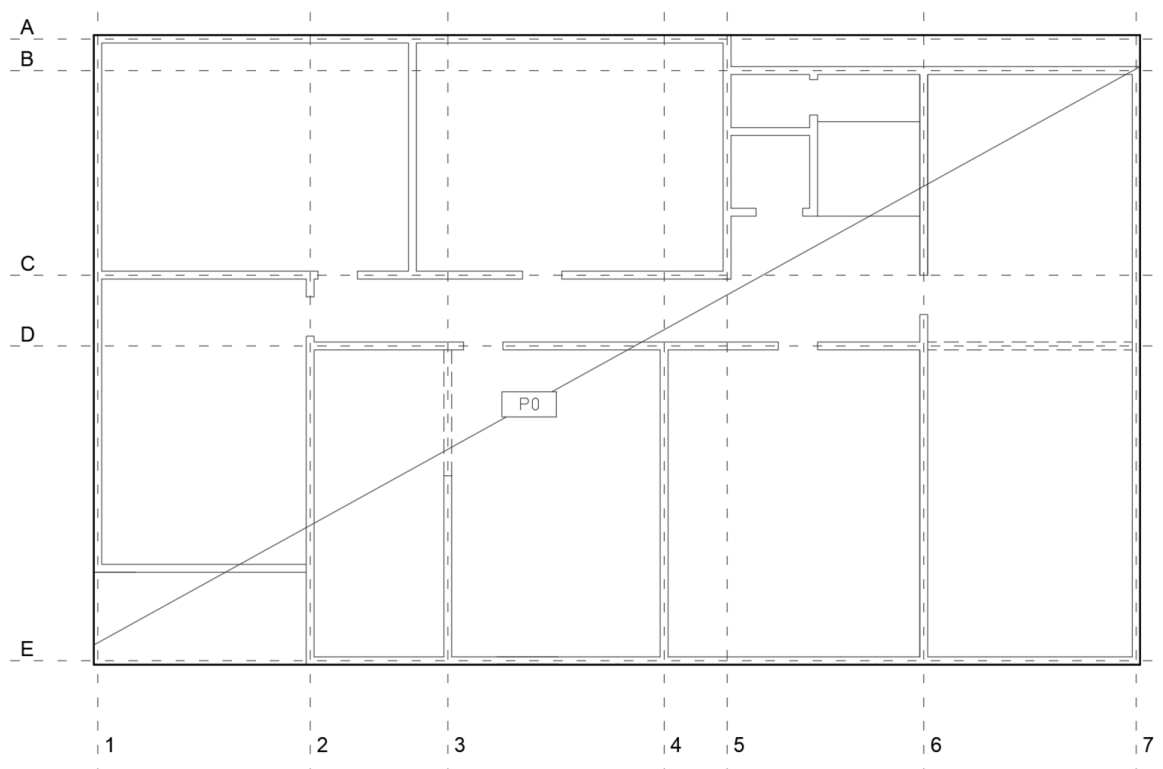
$$\text{Armatura u polju:} \quad 0,73 \cdot 1,25 = 0,91 \text{ cm}^2$$

$$\text{Armatura na ležaju:} \quad 1,52 \cdot 0,85 = 1,29 \text{ cm}^2$$

**Odabrano:**            **Polje Q 257 (2,57 cm<sup>2</sup>/m)**

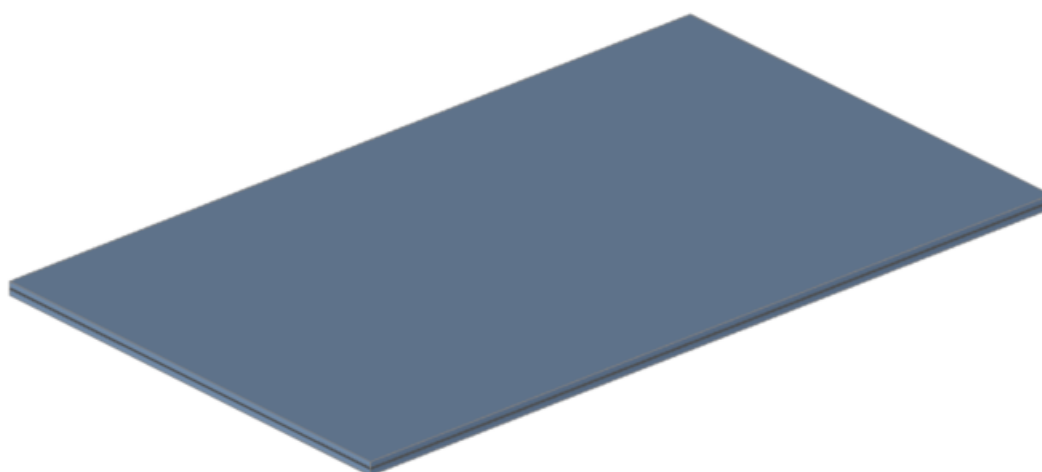
**Ležaj Q 257 (2,57 cm<sup>2</sup>/m)**

## 9. PRORAČUN TEMELJNE PLOČE

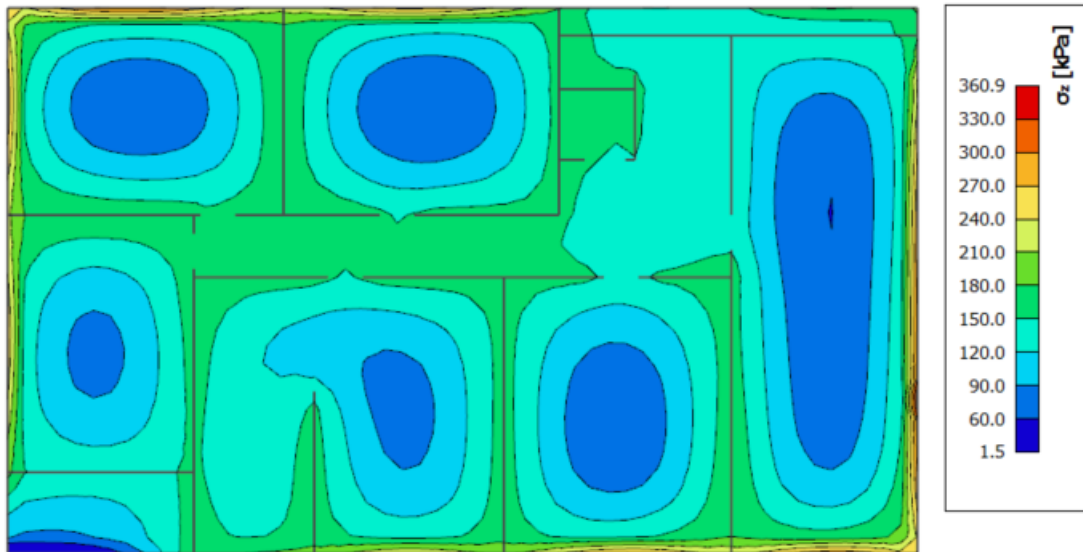


Slika 9.1. Prikaz pozicije P0 – karakteristična temeljna konstrukcija

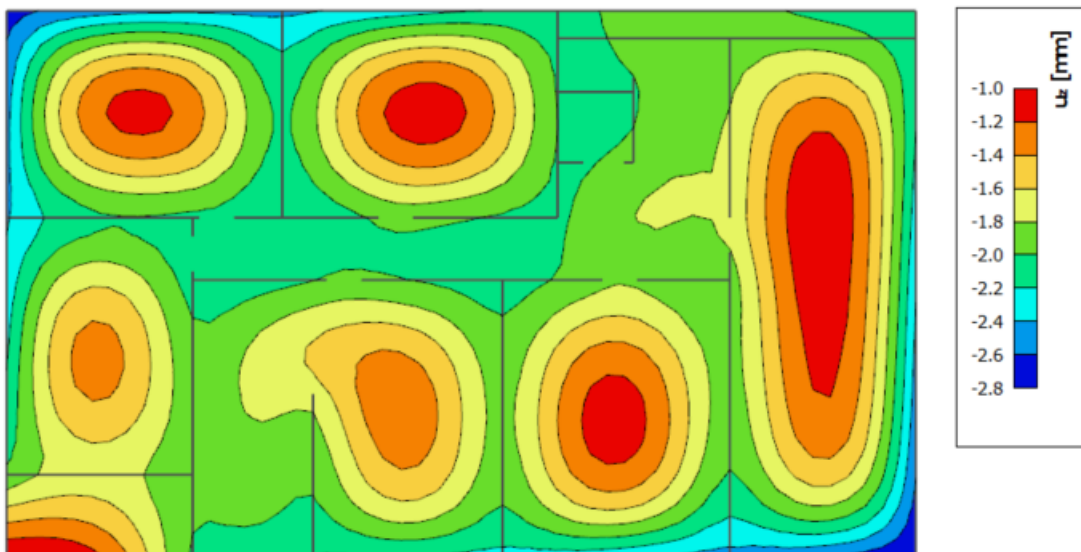
### 9.1. Prikaz modela i rezultata



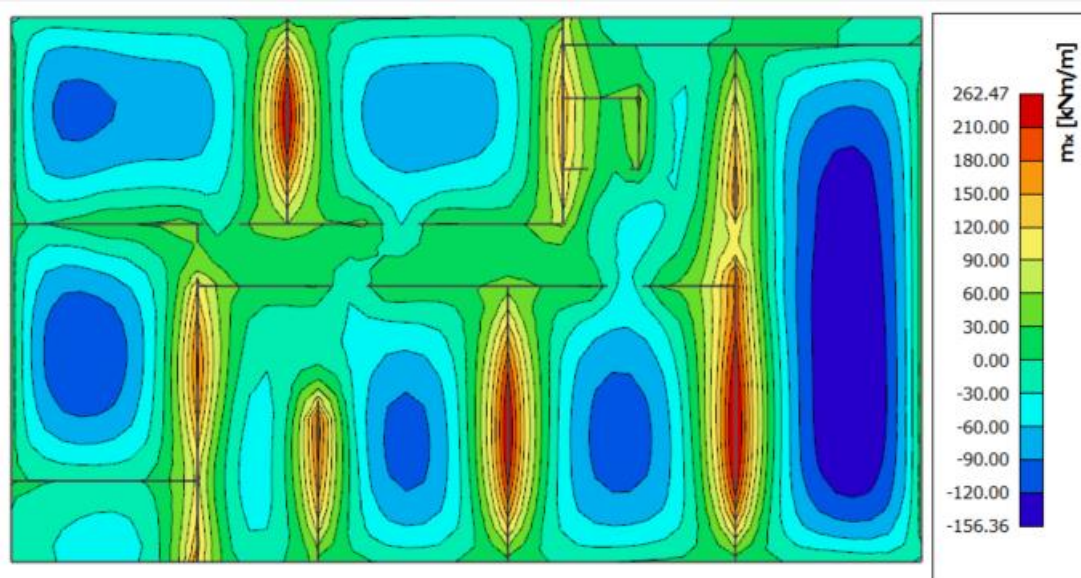
Slika 9.2. Prikaz modela temeljne ploče



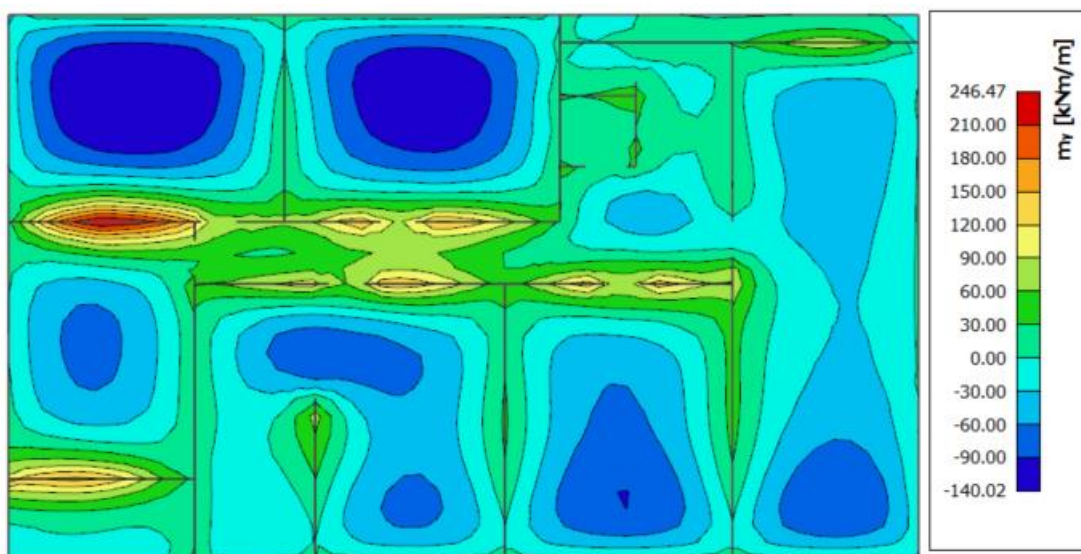
Slika 9.3. Kontaktno naprezanje (kPa) za GSN



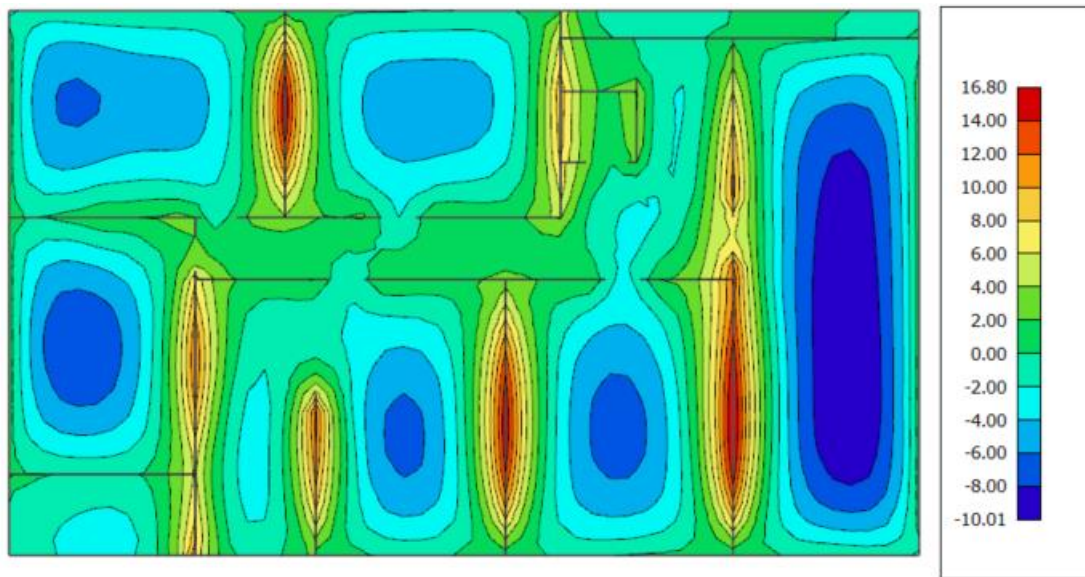
Slika 9.4. Slijeganje (mm) za GSU2



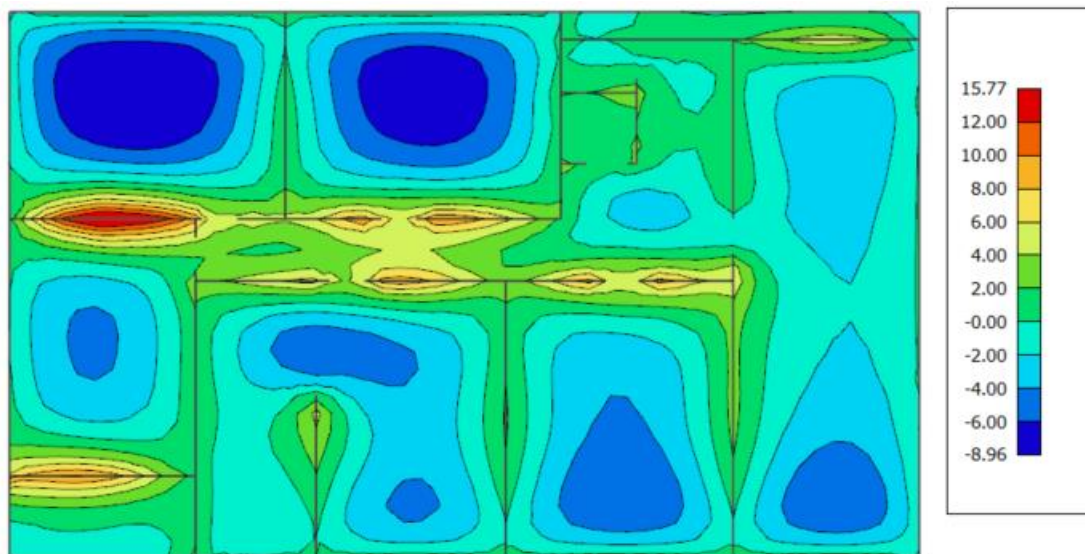
Slika 9.5. Moment savijanja  $M_{Ed,x}$  (kNm/m) za GSN



Slika 9.6. Moment savijanja  $M_{Ed,y}$  (kNm/m) za GSN



Slika 9.7. Armatura u temeljnoj ploči  $A_{s,x-x}$  ( $\text{cm}^2/\text{m}$ ) za GSN



Slika 9.8. Armatura u ploči  $A_{s,y-y}$  ( $\text{cm}^2/\text{m}$ ) za GSN



## 9.2. Proračun potrebne armature

$$\text{Beton:} \quad \text{C 30/37} \quad f_{ck} = 30,0 \text{ MPa} \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20,0 \text{ MPa}$$

$$\text{Armatura:} \quad \text{B 500B} \quad f_{yk} = 500,0 \text{ MPa} \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa}$$

Minimalna i maksimalna armatura ploče:

$$A_{s,min} = 0,0015 \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 100 \cdot 40,0 = 6,0 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = 0,6 \cdot b \cdot \frac{d}{f_{yk}} = 0,6 \cdot 100 \cdot \frac{40,0}{500} = 4,8 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = 0,31 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,31 \cdot 100 \cdot 40,0 \cdot \frac{20,0}{434,8} = 57,04 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Za proračun armature ploče usvaja se  $\zeta = 0,9$ .

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{M_{Ed} \cdot 100}{0,9 \cdot 40,0 \cdot 434,8} = M_{Ed} \cdot 0,064 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$h = 45 \text{ cm}$$

$$a = 5 \text{ cm}$$

$$d = 40 \text{ cm}$$

Zbog preraspodjele dobivenu armaturu potrebno je umanjiti nad ležajem za 15% i povećati u polju 25%.

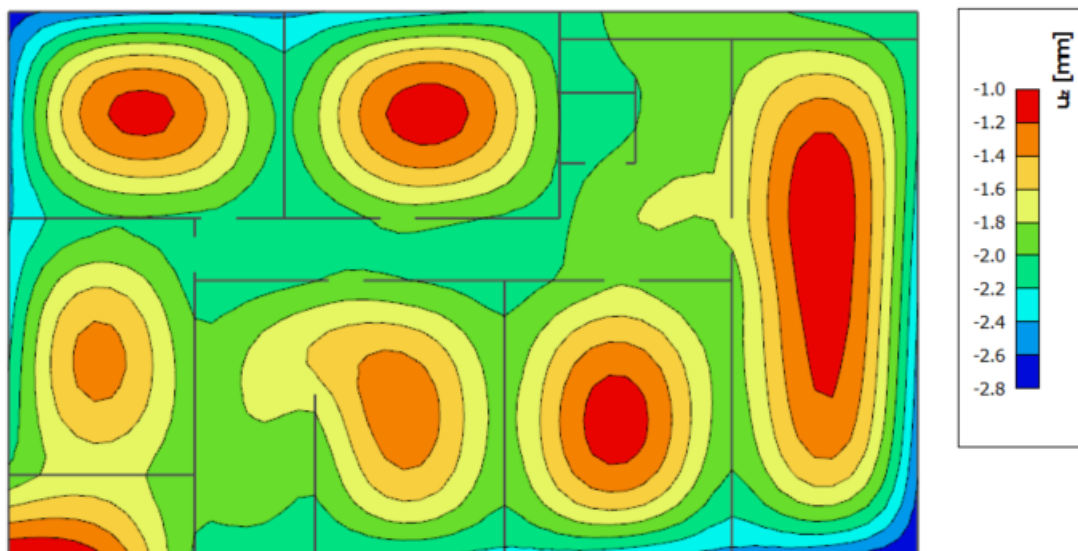
$$\text{Armatura u polju:} \quad 10,01 \cdot 1,25 = 12,51 \text{ cm}^2$$

$$\text{Armatura na ležaju:} \quad 16,88 \cdot 0,85 = 14,35 \text{ cm}^2$$

**Odabrano:**            **Polje Q 785** (3,85 cm<sup>2</sup>/m) + **Ø16/25** (8,04 cm<sup>2</sup>/m)

**Ležaj Q 785** (7,85 cm<sup>2</sup>/m) + **Ø16/25** (8,04 cm<sup>2</sup>/m)

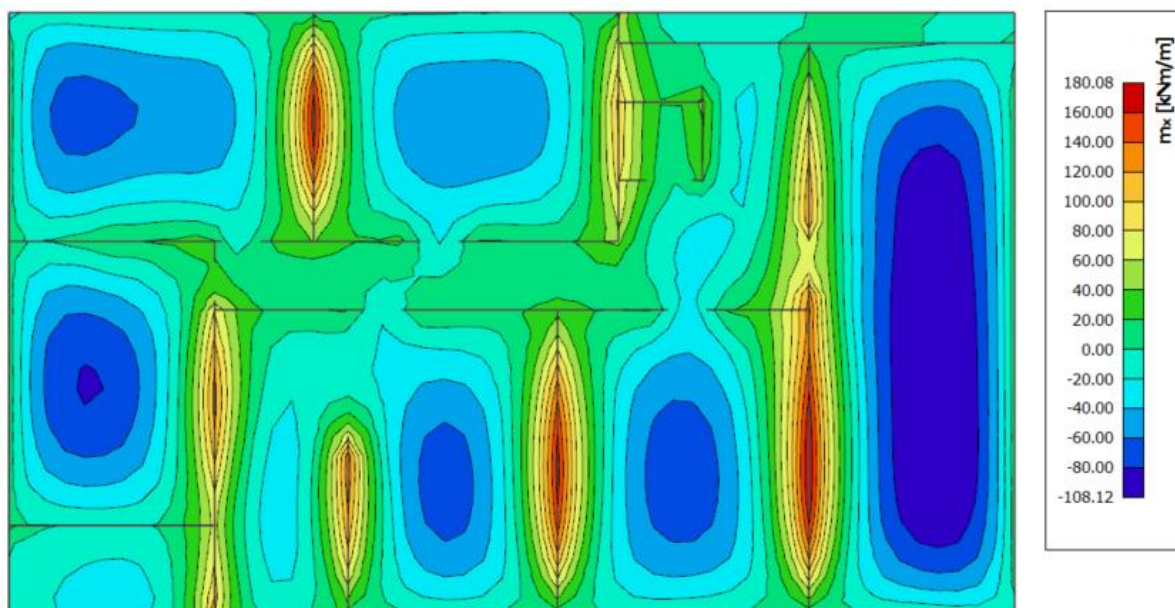
### 9.3. Kontrola progiba



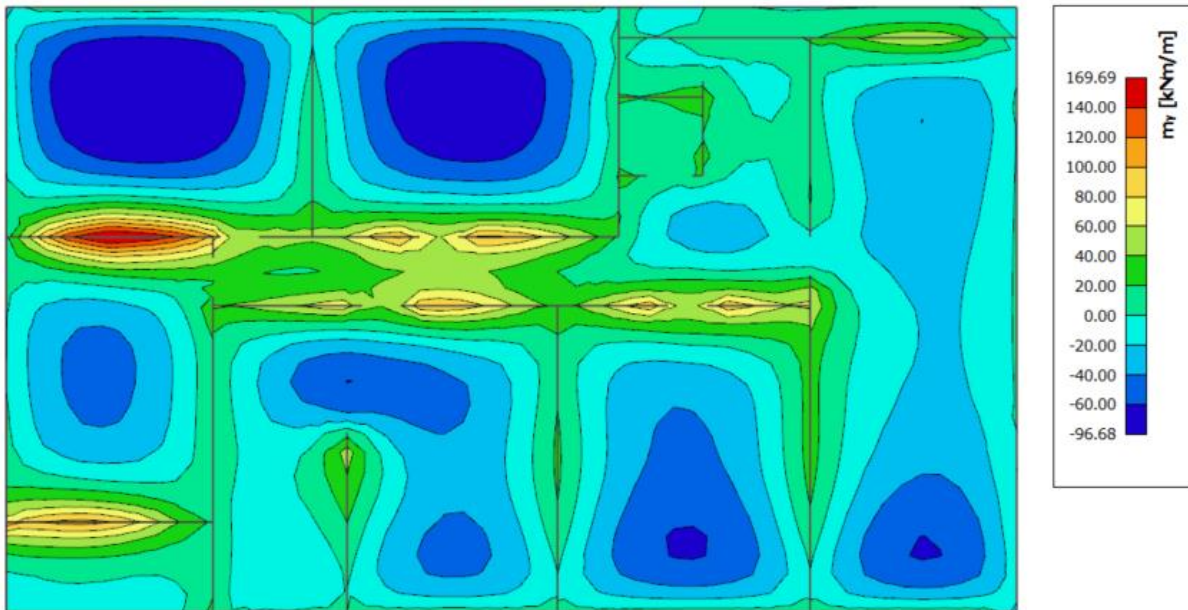
Slika 9.9. Slijezanje (mm) za GSU2

Progibi su ujednačeni, ne postoji opasnost od diferencijalnog slijezanja.

### 9.4. Kontrola pukotina



Slika 9.10. Moment savijanja  $M_{Ed,x}$  (kNm) za GSU1

Slika 9.11. Moment savijanja  $M_{Ed,y}$  (kNm) za GSU1

$$M_{Ed} = 180,08 - 15\% = 153,07 \text{ kNm}$$

Prognoza širine pukotine:

$$w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{s,m} - \varepsilon_{c,m})$$

Proračun srednje deformacije armature:

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

$$A_{s1} = \mathbf{Q 785} (7,85 \text{ cm}^2/\text{m}) + \mathbf{\emptyset 16/25} (8,04 \text{ cm}^2/\text{m})$$

Modul elastičnosti betona:  $E_{cm} = 33,00 \text{ GPa} = 33\,000,0 \text{ MPa}$

Modul elastičnosti armature:  $E_s = 200,00 \text{ GPa} = 200\,000,0 \text{ MPa}$

Za beton klase C 25/30:  $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$

Dugotrajno opterećenje:  $k_t = 0,4$

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200,0}{33,0} = 6,06$$

$$x = \frac{\alpha_e \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_e \cdot A_{s1}}} \right) = \frac{6,06 \cdot 15,89}{100} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 100 \cdot 40}{6,06 \cdot 15,89}} \right) =$$

$$x = 7,86 \text{ cm}$$

$$\sigma_s = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{Ed}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_{s1}} = \frac{15307}{\left(40 - \frac{7,86}{3}\right) \cdot 15,89} = 25,77 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = 257,7 \text{ MPa}$$

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_{s1}}{A_{c,eff}} = \frac{A_{s1}}{100 \cdot 2,5 \cdot d_1} = \frac{15,89}{100 \cdot 2,5 \cdot 5,0} = 0,0127$$

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = \frac{257,7 - 0,4 \cdot \frac{2,9}{0,0127} \cdot (1 + 6,06 \cdot 0,0127)}{200000} \geq 0,6 \cdot \frac{257,7}{200000,0}$$

$$\frac{159,33}{200000} \geq \frac{154,6}{200000}$$

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,0008$$

Proračun srednjeg razmaka pukotina:

$$S_{r,max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi}{\rho_{p,eff}}$$

Promjer najdeblje šipke:  $\phi = 16 \text{ mm}$

Rebrasta armatura:  $k_1 = 0,8$

Savijanje:  $k_2 = 0,5$

$k_3 = 3,4$

$k_4 = 0,425$

Zaštitni sloj uzdužne armature:  $c = 40 \text{ mm}$

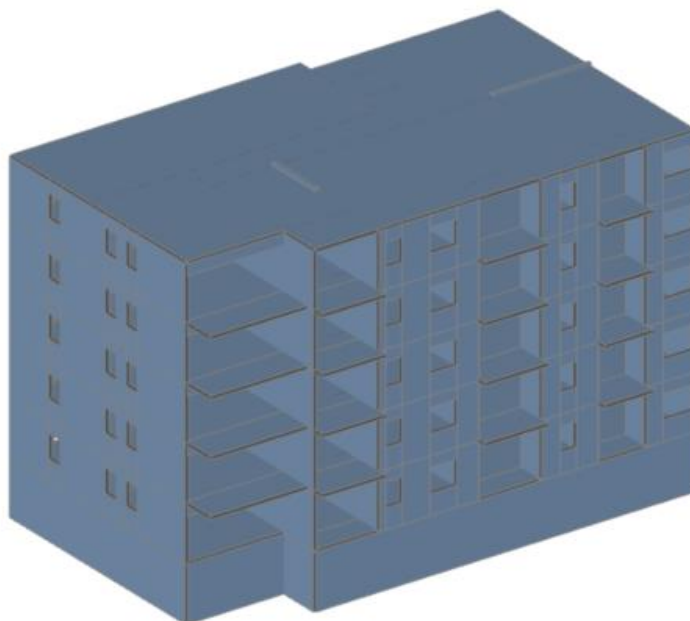
$$S_{r,max} = 3,4 \cdot 40 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot \frac{16}{0,0127} = 350,17 \text{ mm}$$

$$W_k = w_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{s,m} - \varepsilon_{c,m}) = 350,17 \cdot 0,0008 = 0,280 \leq 0,300 \text{ mm}$$

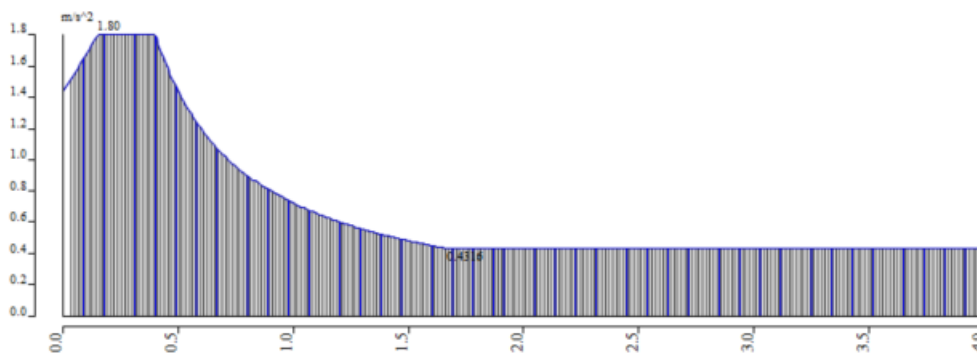
**Pukotine zadovoljavaju**

## 10. PRORAČUN KONSTRUKCIJE NA POTRESNO DJELOVANJE

### 10.1. Prikaz modela i rezultata



Slika 10.1. Prikaz modela



Slika 10.2. Prikaz proračunskog spektra

coeff accel. ag	0.220
ag - design accelerat...	2.158
q - behaviour factor	3.000
beta	0.200
S, Tb, Tc, Td manually?	No
Subsoil type	A
Spectrum type	type 1
Direction	Horizontal
Direction factor	1
S - soil factor	1.000
Tb	0.150
Tc	0.400
Td	2.000

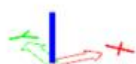
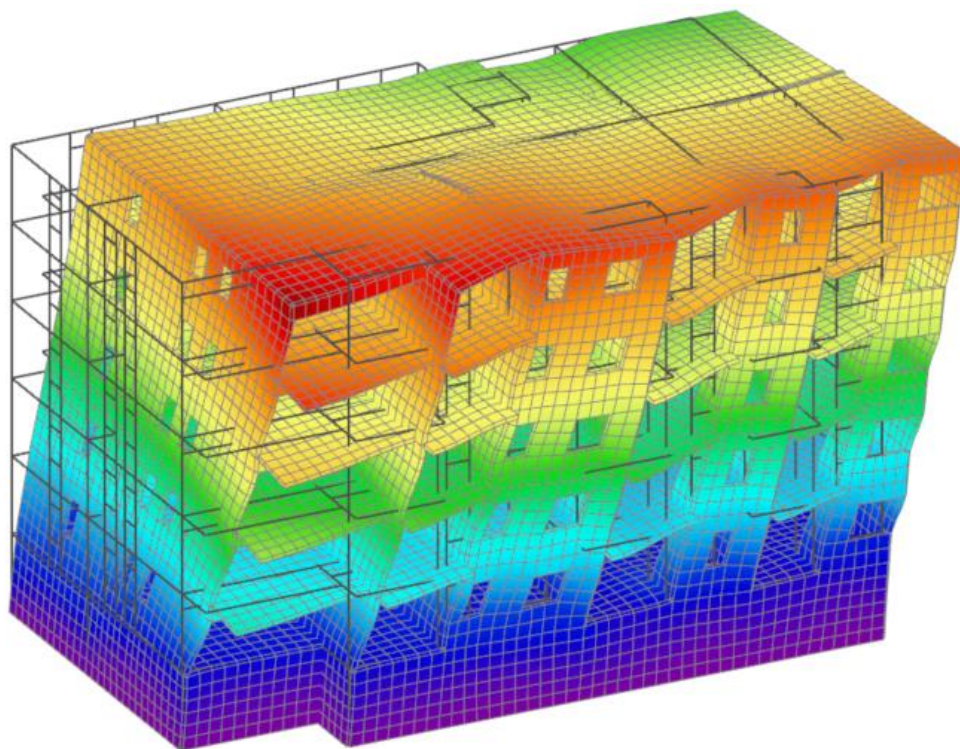
Tablica 10.1. Prikaz osnovnih informacija o proračunskom spektru

## Relative modal masses

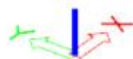
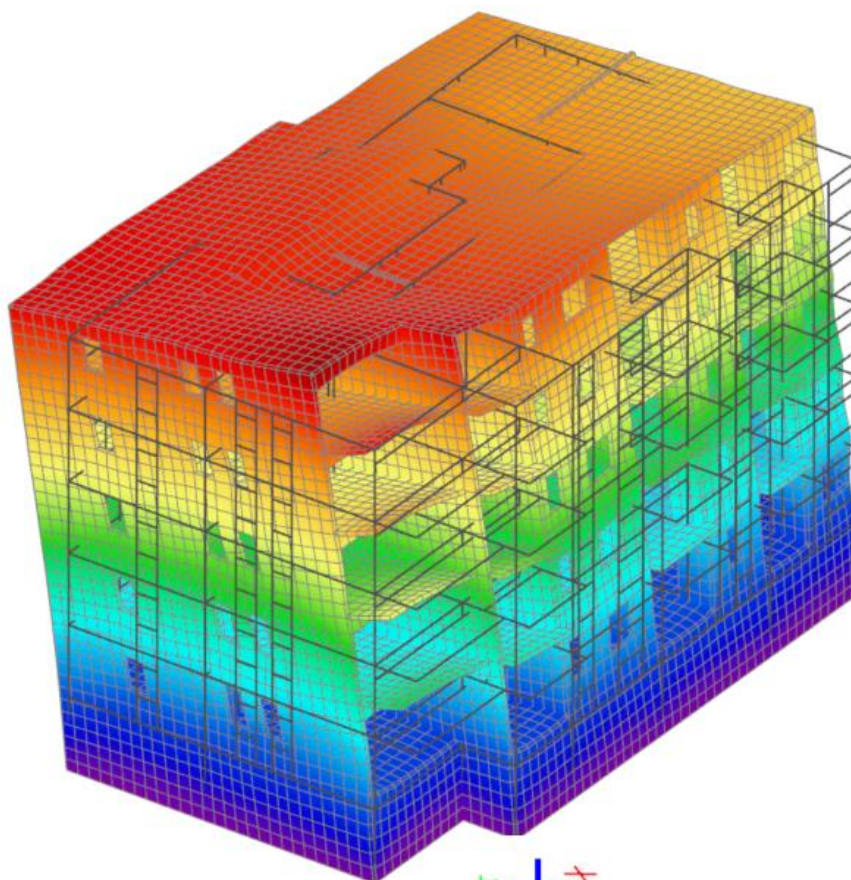
Mode	mega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	$W_{xi}/W_{xtot}$	$W_{yi}/W_{ytot}$	$W_{zi}/W_{ztot}$	$N_{xi\_R}/W_{xtot\_F}$	$W_{yi\_R}/W_{ytot\_F}$	$W_{zi\_R}/W_{ztot\_F}$
1	33.8487	0.19	5.39	0.5755	0.0839	0.0000	0.0223	0.0882	0.0636
2	39.3306	0.16	6.26	0.1101	0.6074	0.0000	0.1783	0.0187	0.0033
3	49.2603	0.13	7.84	0.0508	0.0242	0.0000	0.0076	0.0101	0.6411
4	68.3472	0.09	10.88	0.0003	0.0006	0.0052	0.0037	0.0085	0.0002
5	74.7417	0.08	11.90	0.0001	0.0001	0.0271	0.0153	0.0031	0.0006
6	75.9981	0.08	12.10	0.0007	0.0005	0.0435	0.0002	0.0589	0.0008
7	79.4756	0.08	12.65	0.0020	0.0015	0.0358	0.0011	0.0499	0.0021
8	80.5199	0.08	12.82	0.0000	0.0000	0.0185	0.0001	0.0007	0.0016
9	80.7452	0.08	12.85	0.0000	0.0000	0.0020	0.0005	0.0007	0.0000
10	82.2797	0.08	13.10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000
11	84.5242	0.07	13.45	0.0000	0.0000	0.0126	0.0065	0.0025	0.0000
12	84.904	0.07	13.51	0.0002	0.0002	0.0007	0.0019	0.0047	0.0000
13	85.6973	0.07	13.64	0.0028	0.0003	0.0439	0.0012	0.0641	0.0000
14	85.9178	0.07	13.67	0.0000	0.0000	0.0017	0.0003	0.0024	0.0000
15	87.1658	0.07	13.87	0.0003	0.0011	0.0384	0.0006	0.0287	0.0003
16	87.5438	0.07	13.93	0.0005	0.0000	0.0142	0.0026	0.0009	0.0000
17	87.7344	0.07	13.96	0.0000	0.0002	0.0087	0.0057	0.0004	0.0002
18	88.4267	0.07	14.07	0.0000	0.0000	0.0005	0.0001	0.0004	0.0000
19	88.5842	0.07	14.10	0.0010	0.0003	0.0002	0.0001	0.0040	0.0000
20	89.2276	0.07	14.20	0.0000	0.0000	0.0039	0.0000	0.0034	0.0000
21	89.6342	0.07	14.27	0.0000	0.0006	0.0154	0.0144	0.0062	0.0005
22	90.0247	0.07	14.33	0.0001	0.0000	0.0003	0.0001	0.0001	0.0000
23	90.4199	0.07	14.39	0.0003	0.0000	0.0209	0.0003	0.0024	0.0001
24	90.4911	0.07	14.40	0.0000	0.0002	0.0029	0.0086	0.0065	0.0000
25	90.8939	0.07	14.47	0.0000	0.0012	0.0645	0.0394	0.0002	0.0035
26	92.2116	0.07	14.68	0.0032	0.0067	0.0620	0.0166	0.0679	0.0073
27	92.7954	0.07	14.77	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0004	0.0000
28	94.1791	0.07	14.99	0.0000	0.0000	0.0002	0.0001	0.0005	0.0001
29	94.9024	0.07	15.10	0.0000	0.0001	0.0001	0.0002	0.0000	0.0001
30	95.3568	0.07	15.18	0.0006	0.0011	0.0005	0.0012	0.0002	0.0015
				0.7488	0.7301	0.4238	0.3296	0.4348	0.7270

Tablica 10.2. Prikaz sudjelujućih masa

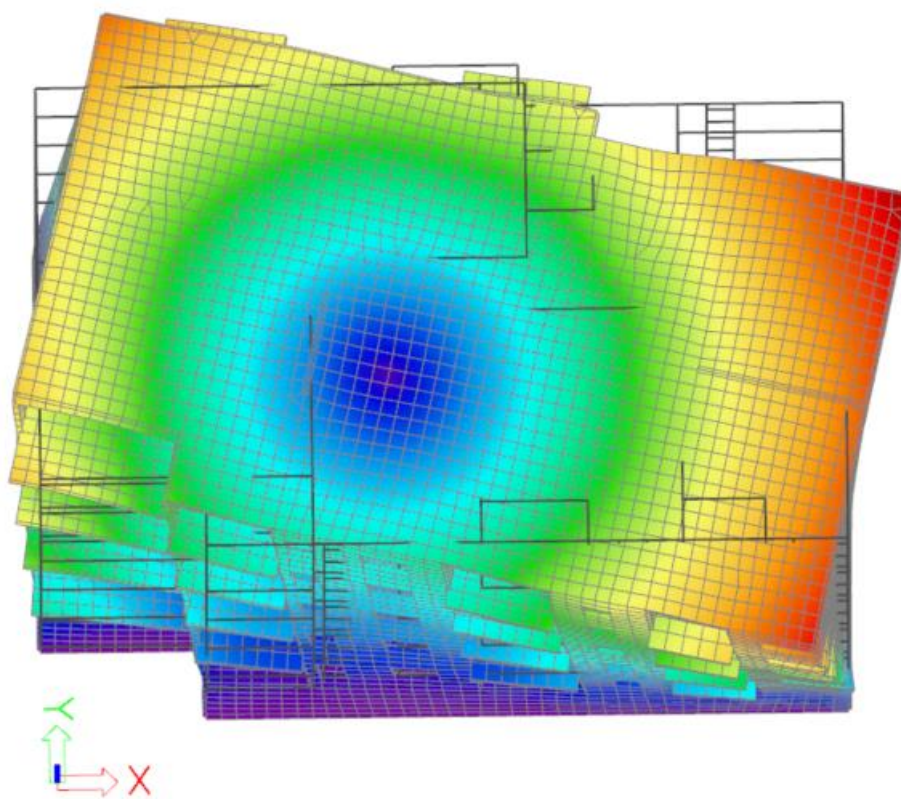
Za proračun potresnog opterećenja korištena je višemodalna spektralna analiza. Broj modova osciliranja je zadan je u proračunu na 30 oblika. Zbroj proračunskih modalnih masa za oblike koji su uzeti u obzir iznosi 74,88% za smjer x, te 73,01% za smjer y. Budući da ukupna aktivirana masa mora iznositi najmanje 90% ukupne mase konstrukcije, u kombinacijama su faktorirane potresne sile. Potresna sila u smjeru x faktorirana je s 1,34, a potresna sila u smjeru y za 1,37.



Slika10.3. Grafički prikaz prvog vlastitog vektora (translacija u smjeru osi  $x$ )



Slika10.4. Grafički prikaz drugog vlastitog vektora (translacija u smjeru osi  $y$ )



Slika 10.5. Grafički prikaz trećeg vlastitog vektora (uvrtanje oko osi z)

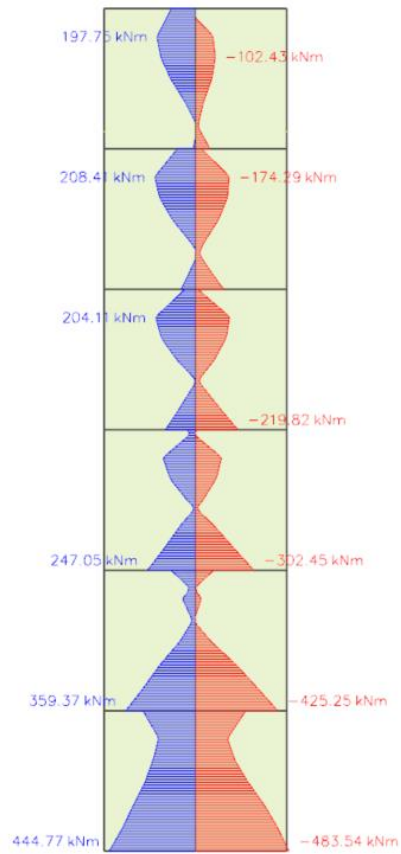


## 11. PRORAČUN ZIDOVA

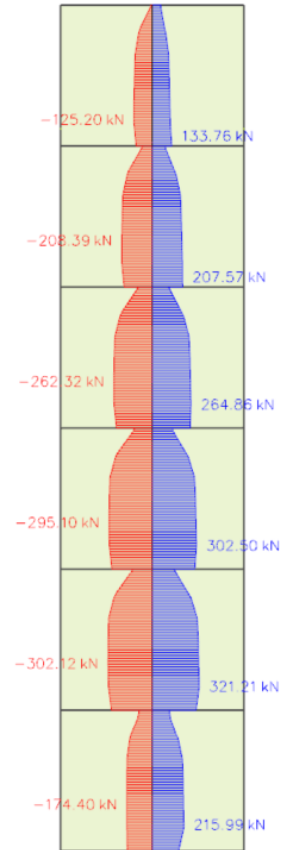
### 11.1. Prikaz modela i rezultata



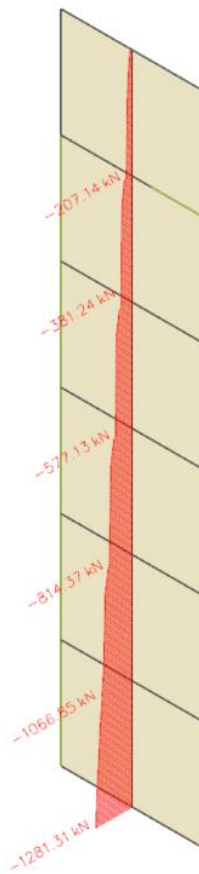
*Slika 11.1. Prikaz modela zida*



Slika 11.2. Momenti savijanja (kNm)



Slika 11.3. Poprečne sile (kN)



Slika 11.4. Uzdužne sile (kN)

## 11.2. Proračunska ovojnica momenata savijanja i poprečnih sila

Visina kritičnog područja:

$$h_{cr} = \max(l_w; H_w/6)$$

$$h_{cr} \leq \begin{cases} 2l_w \\ h_s \text{ za } n \leq 6 \text{ katova} \\ 2h_s \text{ za } n \geq 7 \text{ katova} \end{cases}$$

$$h_{cr} = \max(390; 1800/6) \rightarrow 390 \text{ cm}$$

$$h_{cr} \leq \begin{cases} 2 \cdot 390 \\ 300 \end{cases}$$

$$h_{cr} = 300 \text{ cm}$$

Proračunska ovojnica momenta savijanja:

$H_w = 18,0 \text{ m}$ ,  $l_w = 3,9 \text{ m}$ , klasa duktilnosti DCM

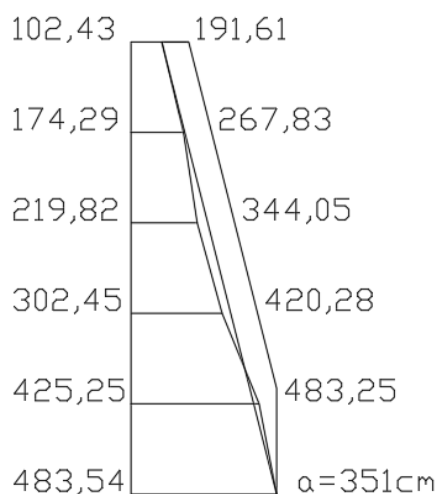
$\frac{H_w}{l_w} = \frac{18,0}{3,9} = 4,62 > 2,0$  - vitki zid, potrebno povećanje momenta savijanja

$a_1 = d \cdot \text{ctg } \theta$  - vlačni pomak uslijed povećanja poprečne sile

DCM  $\rightarrow 1 \leq \text{ctg } \theta \leq 2,5$ , odabrano  $\cdot \text{ctg } \theta = 1$

$$d = 0,9 \cdot l_w = 0,9 \cdot 390 = 351 \text{ cm}$$

$$a_1 = 351 \cdot 1 = 351 \text{ cm}$$

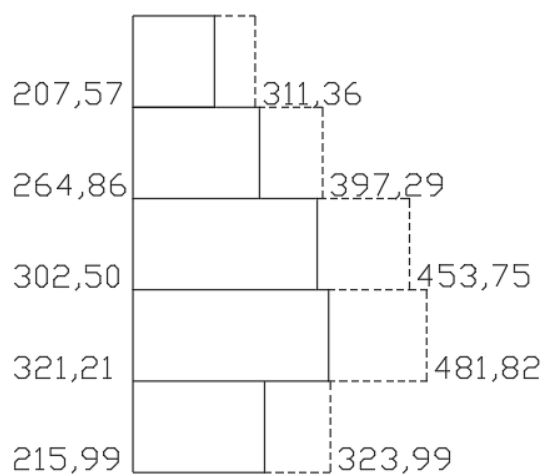


Slika 11.5. Ovojnica momenata savijanja

Proračunska ovojnica poprečnih sila:

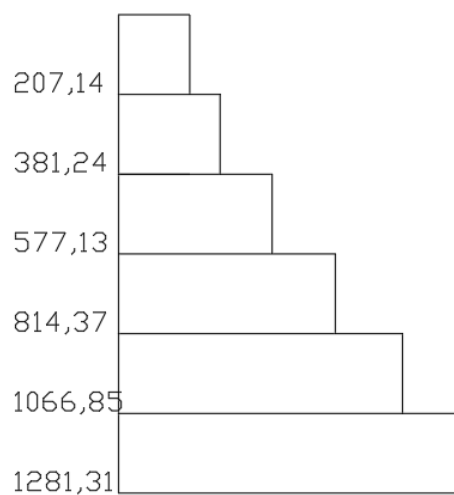
Proračunska ovojnica poprečnih sila  $V_{sd}$  izvodi se iz  $V_{sd} = \varepsilon \cdot V'_{Ed}$

gdje je  $V_{Ed}$  poprečna sila po visini zida dobivena proračunom, a  $\varepsilon$  faktor uvećanja te za klasu duktilnosti DCM vrijedi  $\varepsilon=1,5$ .



Slika 11.6. Ovojnica poprečnih sila

Uzdužne sile:



Slika 11.7. Ovojnica uzdužnih sila

### 11.3. Dimenzioniranje karakterističnog zida

Geometrijske karakteristike:

Duljina:  $l_w = 390 \text{ cm}$

Širina:  $b_w = 20 \text{ cm}$

$d_1 = 3 \text{ cm}$

$d_x = 17 \text{ cm}$

$d_y = 351 \text{ cm} (= 0,9 \cdot 390 \text{ cm})$

Beton: C 25/30  $f_{ck} = 25,0 \text{ MPa}$   $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$

Armatura: B 500B  $f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$   $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa}$

Duljina rubnog serklaža:

$$h_0 = \max\{0,15l_w; 1,5b_w\} = \max\{58,5; 30,0\} = 58,5 \text{ cm}$$

#### 11.3.1. Dimenzioniranje na moment savijanja i uzdužnu silu

Rezne sile:

$$M_{Ed} = 483,54 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = 1281,31 \text{ kN (tlak)}$$

$$\mu_{Sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} = \frac{483,54 \cdot 100}{20 \cdot 390^2 \cdot 1,67} = 0,010$$

$$v_{Sd} = \frac{N_{Ed}}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = \frac{-1281,31}{20 \cdot 390 \cdot 1,67} = -0,100$$

$$\alpha = \frac{A_{S2}}{A_{S1}} = 1,0$$

$$\beta = \frac{d_1}{h} = \frac{d_2}{h} = \frac{3}{20} = 0,15$$

Iz dijagrama interakcije za pravokutni poprečni presjek određen koeficijentima  $\alpha$  i  $\beta$  očitano je:

$$\omega = 0,025$$

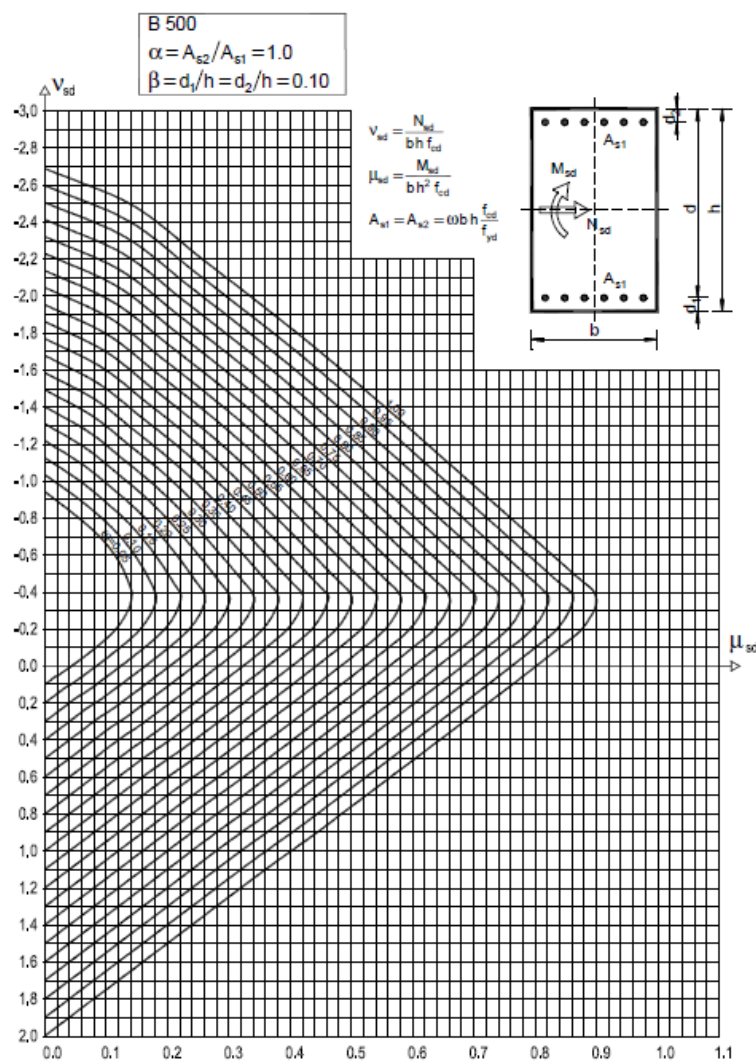
$$A_{S1} = \omega \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,025 \cdot 20 \cdot 390 \cdot \frac{1,67}{43,48} = 7,49 \text{ cm}^2$$

$$A_{S,\min} = \frac{0,5}{100} \cdot 20 \cdot 58,5 = \frac{0,5}{100} \cdot 20 \cdot 58,5 = 5,85 \text{ cm}^2$$

$$A_{S,\max} = \frac{4}{100} \cdot 20 \cdot 58,5 = \frac{4}{100} \cdot 20 \cdot 58,5 = 46,80 \text{ cm}^2$$

$$A_{S,\min} < A_{S,\text{odabrano}} < A_{S,\max}$$

Odabrano: **8Ø12** (9,05 cm<sup>2</sup>/m)



Slika 11.8. Dijagram interakcije

### 11.3.2. Određivanje duljine rubnog elementa i razmještaj savojne armature

Najmanja vrijednost  $l_c$  ovijenog rubnog elmeneta:

$$l_c \geq \{0,15l_w ; 1,50b_w ; \text{duljina } h_0 \text{ na kojoj je } \varepsilon_{cu2} > 0,0035 \}$$

$$0,15l_w = 0,15 \cdot 3,90 = 0,585 \text{ m}$$

$$1,50b_w = 1,50 \cdot 0,20 = 0,3 \text{ m}$$

$$h_0 = x_u \cdot (1 - \varepsilon_{cu2}/\varepsilon_{cu2,c})$$

$$\varepsilon_{cu2} = 0,0035$$

$$\varepsilon_{cu2,c} = 0,0035 + 0,1 \cdot \alpha \cdot \omega_{wd}$$

$$x_u = (v_d + \omega_v) \frac{l_w \cdot b_c}{b_0}$$

$$\alpha \cdot \omega_{wd} \geq 30 \cdot \mu_\phi \cdot (v_d + \omega_v) \cdot \varepsilon_{s,yd} \cdot \frac{b_c}{b_0} - 0,035$$

$b_0$  – širina ovijene jezgre rubnog elementa zida

$b_c$  – bruto širina ovijene jezgre

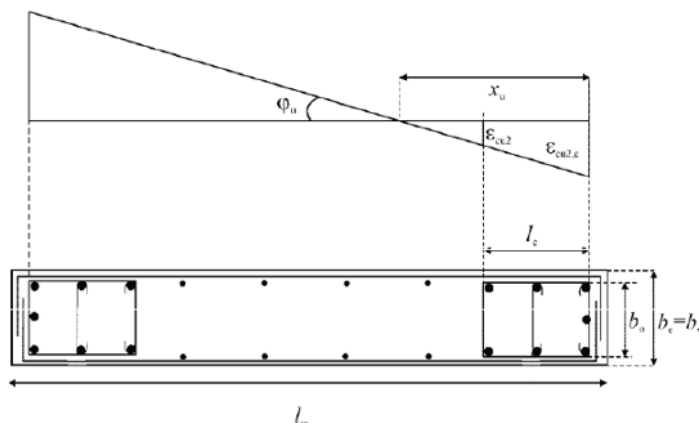
$x_0$  – visina neutralne osi

$\varepsilon_{cu2}$  – granična deformacija neovijenog betona

$\varepsilon_{cu2,c}$  – granična deformacija ovijenog betona

$\alpha$  – faktor učinkovitosti ovijanja

$\omega_{wd}$  – mehanički obujamski omjer armiranja ovijenom armaturom



Pretpostavimo širinu zaštitnog sloja od 3,0 cm i vilice  $\varnothing 10$  mm:

$$b_0 = 200 - 2 \cdot 30 + 2 \cdot 5 = 150 \text{ mm}$$

$$b_c = 200 \text{ mm}$$

$\rho_v = A_{sv}/A_c$  – omjer amriranja vertikalnim šipkama u hrptu zida

$$A_{sv,min} = 0,002A_c = 0,002 \cdot 200 \cdot 1000 = 400 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Odabrano **Q283** obostrano

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{A_c} = \frac{566}{(200 \cdot 1000)} = 0,0028$$

$\omega_v = \rho_v \cdot f_{yd,v}/f_{cd}$  – mehanički omjer armiranja hrpta vertikalnom armaturom

$f_{yd,v}$  – proračunska vrijednost granice popuštanja vertikalne armature hrpta

$$\omega_v = \rho_v \cdot \frac{f_{yd,v}}{f_{cd}} = 0,0028 \cdot 434,8/16,67 = 0,074$$

Koeficijent duktilnosti s obzirom na zakrivljenost:

$$\mu_\phi = 2q_0 - 1, T_1 > T_c$$

$$\mu_\phi = 1 + 2(q_0 - 1) \cdot T_c/T_1, T_1 < T_c$$

$$\mu_\phi = 2q_0 - 1 = 2 \cdot 3,0 - 1 = 5,0 \text{ (uzimajući da je } M_{rd} \approx M_{ed}\text{)}$$

$$\varepsilon_{s,yd} = \frac{434,8}{200000} = 0,002174$$

$$\alpha \cdot \omega_{wd} \geq 30 \cdot \mu_\phi \cdot (v_d + \omega_v) \cdot \varepsilon_{s,yd} \cdot \frac{b_c}{b_0} - 0,035$$

$$\alpha \cdot \omega_{wd} = 30 \cdot 5,0 \cdot (0,10 + 0,074) \cdot 0,002174 \cdot \frac{200}{150} - 0,035 = 0,041$$

$$\varepsilon_{cu2,c} = 0,0035 + 0,1 \cdot \alpha \cdot \omega_{wd} = 0,0035 + 0,1 \cdot 0,041 = 0,0076$$

$$x_u = (v_d + \omega_v) \frac{l_w \cdot b_c}{b_0} = (0,10 + 0,074) \frac{3900 \cdot 200}{150} = 905 \text{ mm}$$

$$h_0 = x_0 \cdot \left(1 - \frac{\varepsilon_{cu2}}{\varepsilon_{cu2,c}}\right) = 905 \cdot \left(1 - \frac{0,0035}{0,0076}\right) = 488 \text{ mm}$$

$$l_c \geq \{0,15l_w; 1,50b_w; \text{duljina } h_0 \text{ na kojoj je } \varepsilon_{cu2} > 0,0035\}$$

$$l_c \geq \{0,585; 0,3; 0,488\}$$

Odabrano:

$$l_c = \frac{10}{2} + \frac{12}{2} + 188 + 188 + 187 + \frac{12}{2} + \frac{10}{2} = 585 \text{ mm}$$

Odabrana armatura: **8Ø12** = 9,05 cm<sup>2</sup> > 7,49 cm<sup>2</sup>

Razmak susjednih uzdužnih šipki obuhvaćenih sponama ili poprečnim sponama ne premašuje 200 mm.



### 11.3.3. Dimenzioniranje na poprečnu silu

Rezne sile:

$$V_{Ed} = 481,82 \text{ kN}$$

$$A_{s,min} = 0,2\% \cdot d \cdot 100 = \frac{0,2}{100} \cdot 17 \cdot 100 = 3,4 \text{ cm}^2/m$$

**Dijagonalni tlačni slom hrpta zbog posmika:**

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} b_{w0} z v_1 f_{cd}}{\text{ctg } \theta + \text{tg } \theta}$$

$\alpha_{cw} = 1$  - za konstrukcije koje nisu prednapete

$$v_1 = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}(\text{MPa})}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{25}{250}\right) = 0,54$$

$\text{tg } \theta = 1$  - nagib tlačnih štapova prema vertikali

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} b_{w0} z v_1 f_{cd}}{\text{ctg } \theta + \text{tg } \theta} = \frac{1 \cdot 20,0 \cdot (0,8 \cdot 390) \cdot 0,54 \cdot 1,67}{1 + 1} = 2814 \text{ kN} > V_{ed} = 482 \text{ kN}$$

**Dijagonalni vlačni slom hrpta zbog posmika:**

Postupak ovisi o koeficijentu  $\alpha_s$

$$\alpha_s = \frac{M_{ed}}{V_{ed} \cdot l_w} = \frac{483,54}{481,82 \cdot 3,9} = 0,26$$

Za  $\alpha_s < 2$  horizontalna armature računa se iz izraza:

$$V_{ed} \leq b_{w0} (0,8 l_w) \rho_h f_{yd,h} \cot \theta$$

$\rho_h$  - omjer armiranja hrpta horizontalnim šipkama

$f_{yd,h}$  - proračunska vrijednost granice popuštanja horizontalne armature hrpta

$$\rho_h \geq \frac{V_{ed}}{0,8 \cdot l_w \cdot f_{yd,v} \cdot b_{w0} \cdot \cot \theta} = \frac{481,82}{0,8 \cdot 390 \cdot 43,45 \cdot 20 \cdot 1} = 0,00178$$

$$\rho_{h,min} = \max(0,001; 0,25 \cdot \rho_v) = \max(0,001; 0,25 \cdot 0,0028) = \max(0,001; 0,0007)$$

$$\rho_h = \frac{A_h}{b_{w0} \cdot s_h} \rightarrow A_h = \rho_h \cdot b_{w0} \cdot s_h = 0,00178 \cdot 20 \cdot 100 = 3,56 \text{ cm}^2$$

Odabrano **Q283** obostrano

### 11.3.4. Izračun ovojne armature u rubnom elementu

Odabrana armatura: **Q283 I 8Ø12**

Najmanji promjer spona: 10 mm

Razmak spona  $s_w \leq \left(8d_{bl}; \frac{b_0}{2}; 175 \text{ mm}\right); s_w \leq (8 \cdot 12; 130/2; 175 \text{ mm})$

Odabrano:  $s_w = 6,5 \text{ cm}$

$$h_{cr} = 300 \text{ cm}$$

$$\alpha\omega_{wd} = 0,041$$

Faktor učinkovitosti ovijanja:

$$\alpha = \alpha_n \cdot \alpha_s$$

$\alpha_n, \alpha_s$  – gubitak ovijene jezgre zbog lučnog djelovanja u vertikalnoj/horizontalnoj ravnini

$$\alpha_n = 1 - \frac{\sum b_i^2}{6 \cdot b_0 \cdot h_0} = 1 - \frac{2 \cdot (2 \cdot 18,8^2 + 18,7^2 + 6,5^2)}{6 \cdot 13 \cdot 58,5} = 0,482$$

$$\alpha_s = \left(1 - \frac{s}{2 \cdot b_0}\right) \cdot \left(1 - \frac{s}{2 \cdot h_0}\right) = \left(1 - \frac{6,5}{2 \cdot 13}\right) \cdot \left(1 - \frac{6,5}{2 \cdot 58,5}\right) = 0,708$$

$$\alpha = \alpha_n \cdot \alpha_s = 0,482 \cdot 0,708 = 0,341$$

$$\alpha\omega_{wd} = 0,041 \rightarrow 0,341 \cdot \omega_{wd} = 0,041 \rightarrow \omega_{wd} = 0,12 > 0,08$$

### 11.3.5. Izračun $\omega_{wd}$ za usvojeni detalj ovojne armature

Duljina spona:

vanjskih  $L_v = 2 \cdot 13 + 2 \cdot 58,5 = 143 \text{ cm}$

unutarnjih  $L_u = 2 \cdot 13 = 26 \text{ cm}$

Za vilice unutarne i vanjske **Ø10**

$$\omega_{wd} = \frac{\text{volumen vilica}}{\text{volumen betonske jezgre}} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} = \frac{0,785 \cdot (143 + 26) \cdot \frac{100}{6,5}}{13 \cdot 58,5 \cdot 100} \cdot \frac{43,45}{1,67} = 0,70 > 0,12$$

## 12. PRORAČUN ZIDOVA NA BOČNO OPTEREĆENJE

### 12.1. Analiza opterećenja

Karakteristika tla:

$$\gamma_{tla} = 20 \text{ kn/m}^3; \quad \varphi = 30^\circ$$

$$k_0 = 1 - \sin \varphi = 0,5$$

Opterećenja:

Tlak mirovanja na zidove:

$$G = \gamma_{tla} \cdot h \cdot k_0 = 20,0 \cdot 3,0 \cdot 0,5 = 30,0 \text{ kN/m}^2$$

Korisno opterećenje:

$$Q = q_{korisno} \cdot k_0 = 10,0 \cdot 0,5 = 5,0 \text{ kN/m}^2$$

Potresno opterećenje:

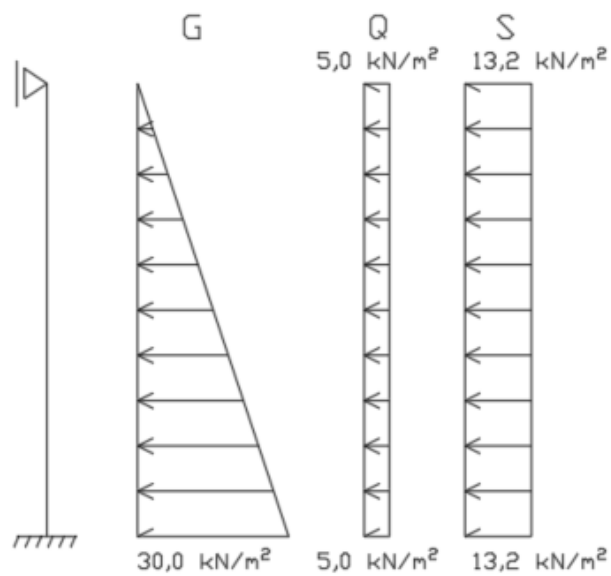
$$S = \alpha \cdot S \cdot \gamma_{tla} \cdot h = 0,220 \cdot 1,0 \cdot 20,0 \cdot 3,0 = 13,2 \text{ kN/m}^2$$

Mjerodavne kombinacije opterećenja:

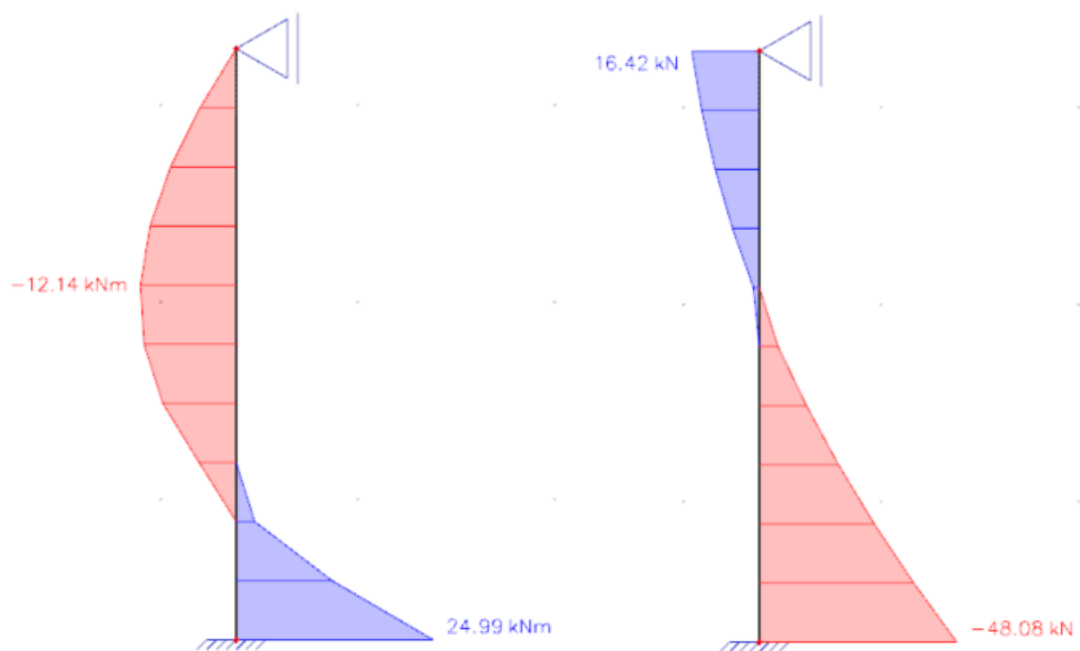
$$K1 \quad 1,0 \cdot G + 1,3 \cdot Q$$

$$K2 \quad 1,0 \cdot G + 1,0 \cdot S$$

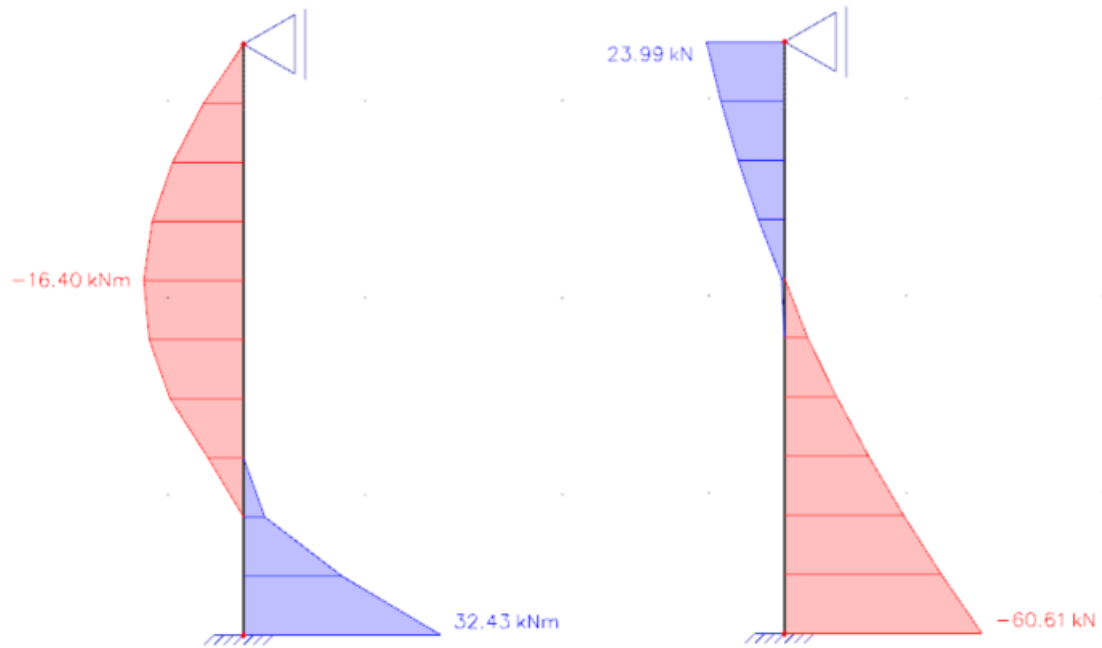
## 12.2. Prikaz modela i rezultata



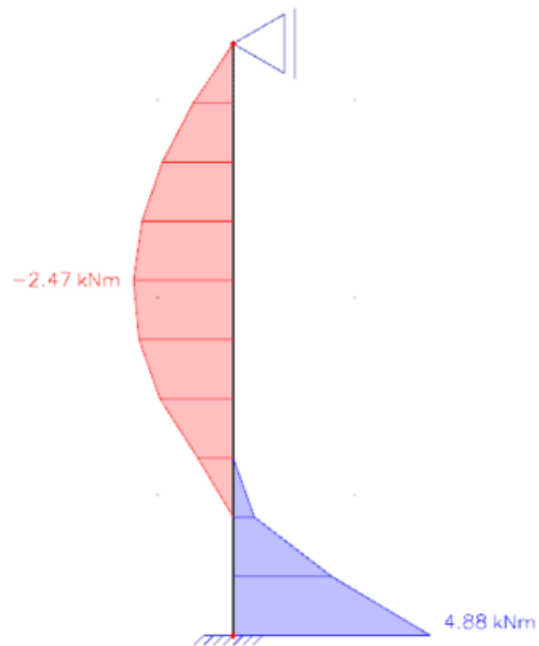
Slika 12.1. Prikaz statičkog sustava sa zadanim opterećenjima



Slika 12.2. Prikaz momenta savijanja  $M_{Ed,y}$  (kNm/m) i poprečne sile  $V_{Ed,x}$  (kN/m) za kombinaciju K1



Slika 12.3. Prikaz momenta savijanja  $M_{Ed,y}$  ( $\text{kNm/m}$ ) i poprečne sile  $V_{Ed,x}$  ( $\text{kN/m}$ ) za kombinaciju K2



Slika 12.4. Armatura u zidu  $A_s$  ( $\text{cm}^2/\text{m}$ ) za mjerodavnu kombinaciju K2

### 12.3. Proračun potrebne armature

$$\text{Beton:} \quad \text{C 25/30} \quad f_{ck} = 25,0 \text{ MPa} \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$$

$$\text{Armatura:} \quad \text{B 500B} \quad f_{yk} = 500,0 \text{ MPa} \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa}$$

Minimalna i maksimalna armatura zida:

$$A_{s,min} = 0,0015 \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 100 \cdot 17,0 = 2,55 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = 0,6 \cdot b \cdot \frac{d}{f_{yk}} = 0,6 \cdot 100 \cdot \frac{17,0}{500} = 2,04 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = 0,31 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,31 \cdot 100 \cdot 17,0 \cdot \frac{16,67}{434,8} = 20,20 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Za proračun armature zida usvaja se  $\zeta = 0,9$ .

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{M_{Ed} \cdot 100}{0,9 \cdot 17,0 \cdot 43,48} = M_{Ed} \cdot 0,150 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$h = 20 \text{ cm}$$

$$a = 3,0 \text{ cm}$$

$$d = 17,0 \text{ cm}$$

Zbog preraspodjele dobivenu armaturu potrebno je umanjiti nad ležajem za 15% i povećati u polju 25%.

$$\text{Armatura u polju:} \quad 2,47 \cdot 1,25 = 3,09 \text{ cm}^2$$

$$\text{Armatura na ležaju:} \quad 4,88 \cdot 0,85 = 4,15 \text{ cm}^2$$

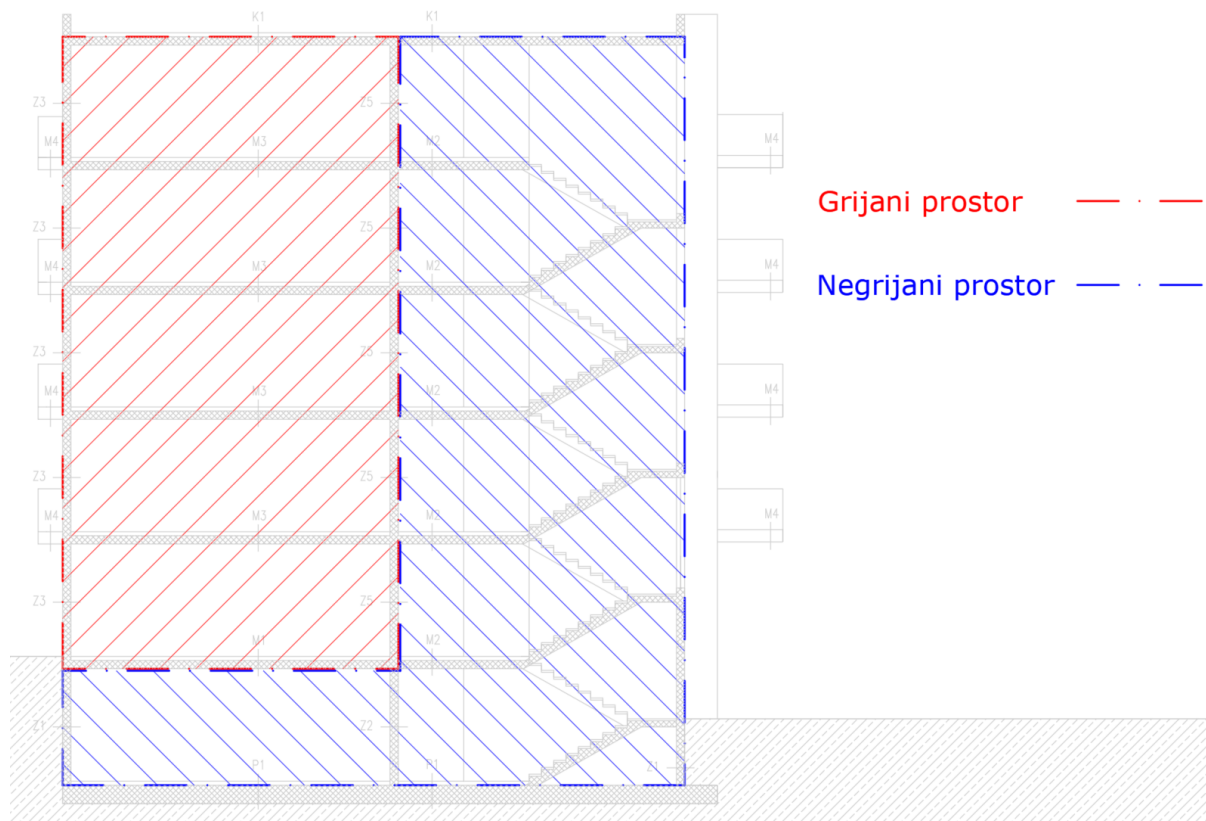
**Odabrano:**            **Polje Q 335** (3,35 cm<sup>2</sup>/m)

**Ležaj Q 335** (3,35 cm<sup>2</sup>/m)

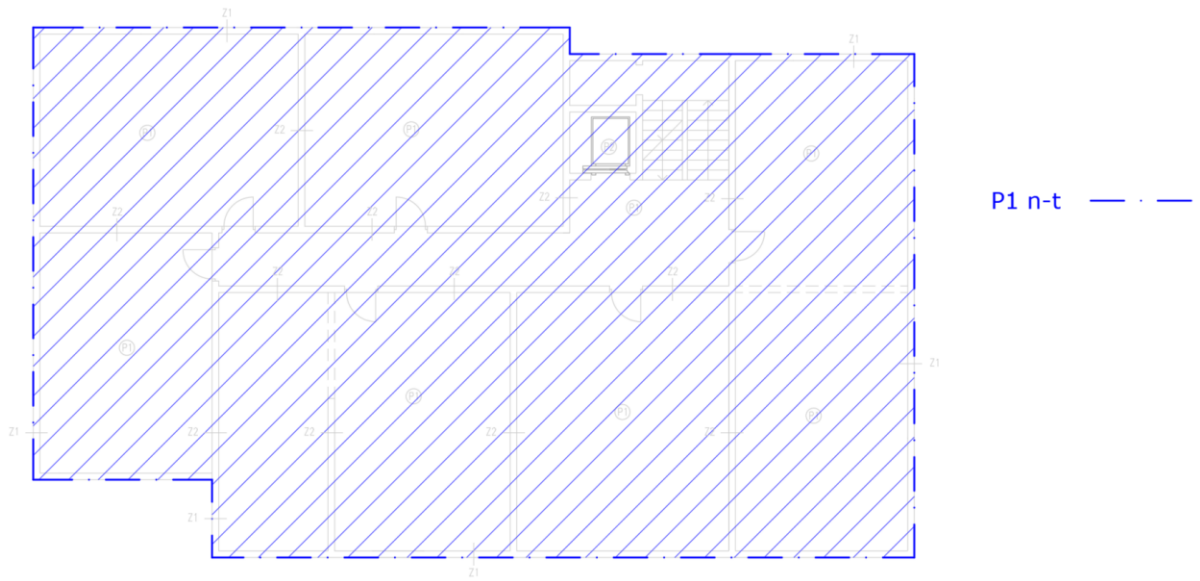
**Ø10/20** (3,93 cm<sup>2</sup>/m)

## 13. FIZIKA ZGRADE

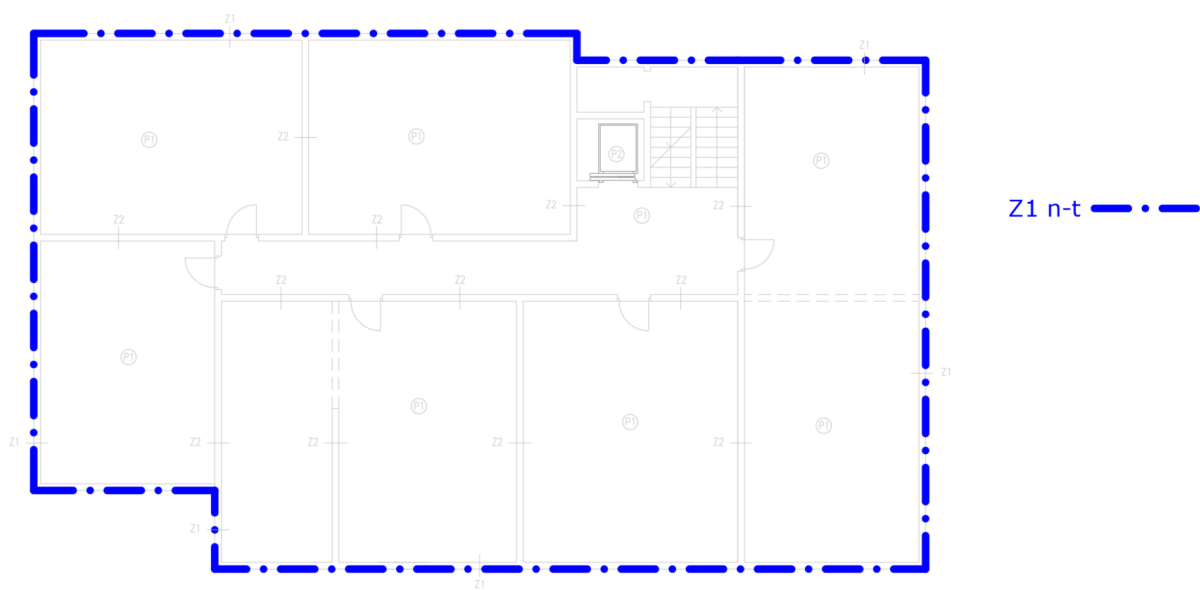
### 13.1. Nacrti s ucrtanom granicom grijanog dijela zgrade



Slika 13.1. Prikaz presjeka – grijani/negrijani prostor

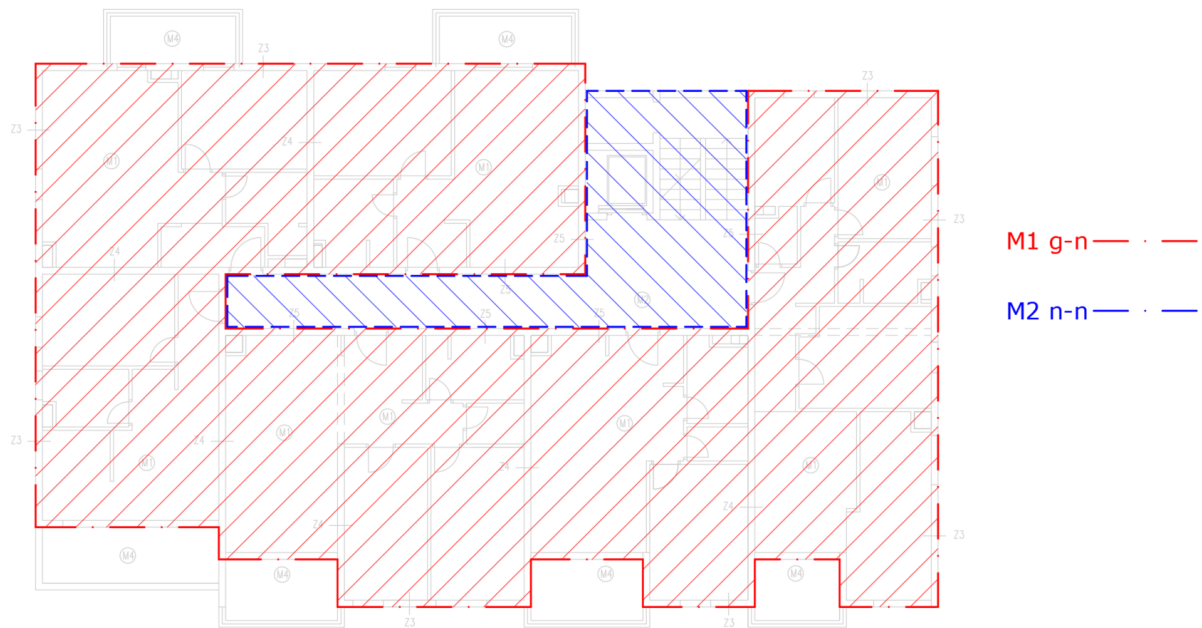


Slika 13.2. Prikaz građevnih dijelova - ploča podruma

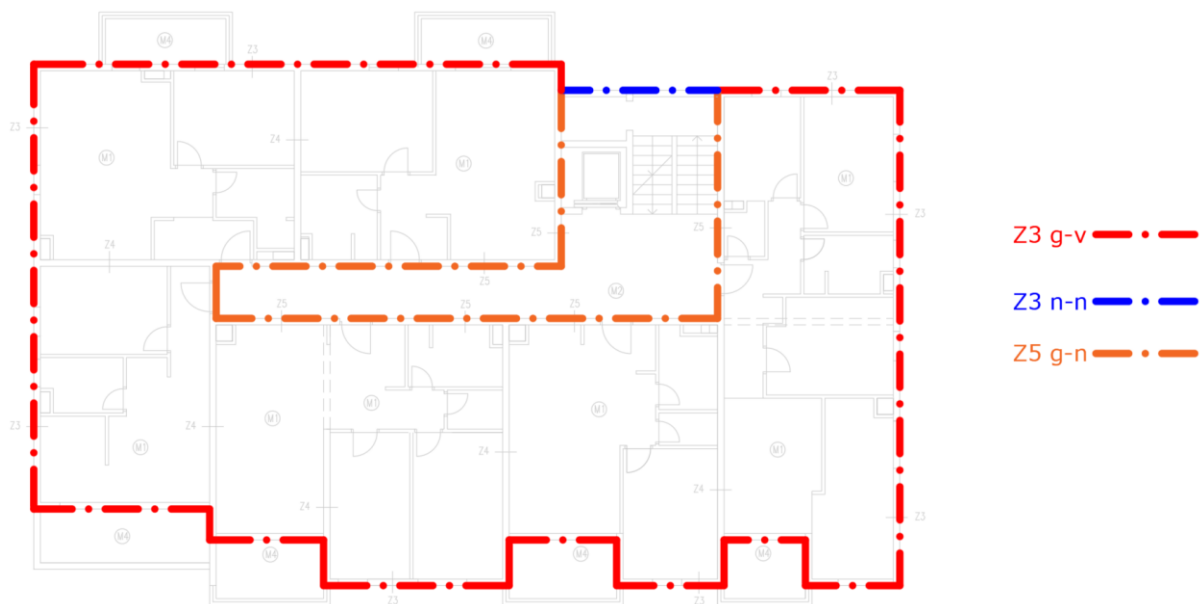


Slika 13.3. Prikaz građevnih dijelova - zidovi podruma

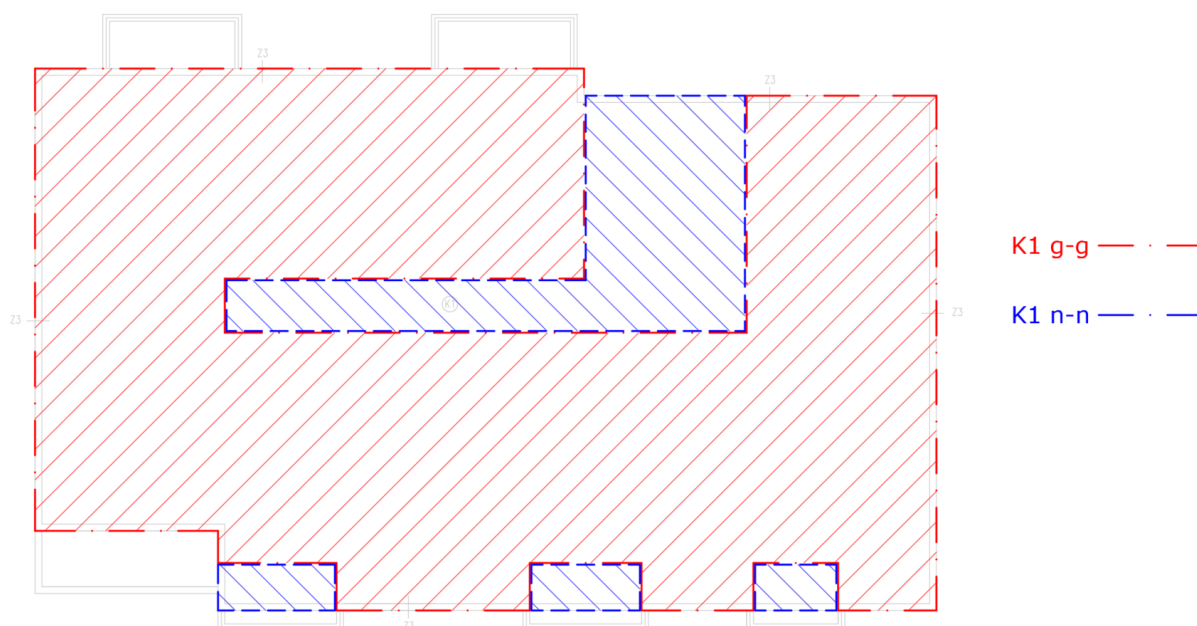




Slika 13.4. Prikaz građevnih dijelova – ploče međukatnih konstrukcija



Slika 13.5. Prikaz građevnih dijelova – zidovi međukatnih konstrukcija



Slika 13.6. Prikaz građevnih dijelova – ploča krova

## 13.2. Podaci o lokaciji objekta

Predmetna građevina se nalazi u 5. zoni globalnog Sunčevog zračenja sa srednjom mjesečnom temperaturom vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade  $\theta_{e,mj,min} > 3\text{ }^{\circ}\text{C}$  i unutarnjom temperaturom  $\theta_i \geq 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### Klimatološki podaci lokacije objekta:

Referentna postaja: Split Marjan

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
<b>Temperature zraka ( ° C)</b>													
m	8.5	7.7	10.4	15.3	20.4	25.4	25	27.6	22.9	15.8	11.9	10.7	16.9
min	-3	-2.9	-1.5	2.6	8.8	14.1	18.6	16.4	12.5	6.1	1.8	-2.8	-3
max	15	15.4	18.7	23.8	28.1	32.2	32.2	32.9	29.4	23.7	23.4	16.5	32.9

<b>Tlak vodene pare (Pa)</b>													
m	680	690	790	960	1280	1550	1620	1640	1510	1220	970	750	1140

<b>Relativna vlažnost zraka (%)</b>													
m	61	58	60	60	56	54	49	52	59	63	65	61	58

<b>Brzina vjetra (m/s)</b>													
m	3.5	5	4.7	4.2	3.5	3	3.1	3	3.3	3.9	4.7	4.7	4

<b>Broj dana grijanja</b>			
	Temperatura vanjskog zraka	$\leq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$	83.1
		$\leq 12\text{ }^{\circ}\text{C}$	121.6
		$\leq 15\text{ }^{\circ}\text{C}$	168.4

Orij	[ ° ]	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
		Globalno Sunčevo zračenje (MJ/m <sup>2</sup> )												
S	0	191	267	424	533	677	749	777	665	501	370	207	161	5522
	15	256	337	483	561	681	738	773	691	560	457	275	219	6032
	30	309	389	517	564	657	698	738	685	591	520	328	268	6265
	45	345	421	526	541	605	631	672	647	591	555	364	301	6199
	60	361	430	507	493	529	539	578	579	561	559	379	318	3834
	75	358	414	464	424	435	431	465	486	502	533	373	317	5202
	90	335	376	398	339	330	316	342	376	418	476	347	298	4351
SE, SW	0	191	267	424	533	677	749	777	665	501	370	207	161	5522
	15	237	316	466	554	681	742	775	685	544	431	254	202	5886
	30	271	351	489	557	664	714	752	683	566	474	289	233	6043
	45	292	369	492	539	626	664	704	655	565	494	310	253	5961
	60	298	368	473	501	567	594	633	604	539	489	314	259	3639
	75	288	349	434	445	492	507	544	532	490	460	303	252	5094
	90	263	313	378	377	406	413	444	445	422	409	276	232	4376
E, W	0	191	267	424	533	677	749	777	665	501	370	207	161	5522
	15	192	268	422	528	670	740	768	659	499	370	209	162	5485
	30	193	267	416	514	648	715	742	641	490	368	209	163	5367
	45	191	262	402	491	614	675	703	611	473	361	206	161	5150
	60	183	251	378	457	567	621	649	568	445	345	198	155	4817
	75	171	232	346	413	508	555	581	513	407	319	185	144	4372
	90	153	207	304	360	440	480	504	447	358	284	165	130	3831
NE, NW	0	191	267	424	533	677	749	777	665	501	370	207	161	5522
	15	146	215	372	494	651	731	751	623	444	301	160	121	5009
	30	115	173	319	443	600	680	693	561	383	244	127	95	4434
	45	87	144	276	391	635	609	618	494	330	205	98	74	3862
	60	78	104	237	345	472	536	543	435	287	153	81	69	3340
	75	72	88	171	290	414	470	476	373	216	113	75	63	2821
	90	64	81	133	202	319	374	370	265	143	104	68	57	2181
E, N	0	191	267	424	533	677	749	777	665	501	370	207	161	5522
	15	117	185	346	478	637	716	734	604	417	264	131	95	4721
	30	87	109	253	400	559	634	643	509	314	153	91	78	3830
	45	83	101	175	306	454	519	518	391	203	125	125	74	3036
	60	78	95	158	212	333	382	371	259	159	119	81	69	2317
	75	72	88	146	185	227	238	227	200	150	112	75	63	1782
	90	64	81	133	168	208	211	210	186	140	104	68	57	1631

### Zona 1 – Višestambena zgrada

Uvjet	Status
Koeficijenti prolaska topline	ZADOVOLJAVA
Difuzija	ZADOVOLJAVA
Dinamičke toplinske karakteristike	ZADOVOLJAVA
Korisna energija	ZADOVOLJAVA

## Geometrijske karakteristike zgrade

Potrební podaci	Zona 1
Oplošje grijanog dijela zgrade - $A$ [ $m^2$ ]	3252.64
Obujam grijanog dijela zgrade - $V_e$ [ $m^3$ ]	5115.15
Obujam grijanog zraka - $V$ [ $m^3$ ]	4092.12
Faktor oblika zgrade - $f_0$ [ $m^{-1}$ ]	0.64
Ploština korisne površine grijanog dijela zgrade - $A_K$ [ $m^2$ ]	1557.10
Proračunska korisna površina grijanog dijela zgrade - $A_{K'}$	1557.10
Ukupna ploština pročelja - $A_{uk}$ [ $m^2$ ]	2124.09
Ukupna ploština prozora - $A_{wuk}$ [ $m^2$ ]	357.61

### 13.3. Popis građevnih dijelova zgrade

Definirani slojevi građevnog dijela (u smjeru toplinskog toka) prikazani za građevne dijelove grupirane prema zonama i prema vrsti građevnog dijela.

#### Vanjski zid

#### Z3 g-v

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [ $kg/m^3$ ]
1	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1.500	1.000	20.00	0.30	1800.00
2	2.01 Armirani beton	20.000	2.600	110.00	22.00	2500.00
3	Polimerno-cementno ljepilo	0.500	0.900	14.00	0.07	1650.00
4	7.01 Mineralna vuna (MW)	8.000	0.034	1.00	0.08	25.00
5	Polimerno-cementno ljepilo _ dvostruko armirano	0.500	0.900	14.00	0.07	1650.00
6	3.16 Silikatna žbuka	0.300	0.900	60.00	0.18	1800.00
Definirane ploštine [ $m^2$ ]:					Istok	386.07
					Zapad	399.07
					Jug	226.24

#### Vanjski zid

#### Z3 g-v SJEVER

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [ $kg/m^3$ ]
1	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1.500	1.000	20.00	0.30	1800.00
2	2.01 Armirani beton	20.000	2.600	110.00	22.00	2500.00
3	Polimerno-cementno ljepilo	0.500	0.900	14.00	0.07	1650.00
4	7.01 Mineralna vuna (MW)	8.000	0.034	1.00	0.08	25.00
5	Polimerno-cementno ljepilo _ dvostruko armirano	0.500	0.900	14.00	0.07	1650.00
6	3.16 Silikatna žbuka	0.300	0.900	60.00	0.18	1800.00
Definirane ploštine [ $m^2$ ]:					Sjever	353.16

**Vanjski zid****Z3 n-v SJEVER**

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1.500	1.000	20.00	0.30	1800.00
2	2.01 Armirani beton	20.000	2.600	110.00	22.00	2500.00
3	Polimerno-cementno ljepilo	0.500	0.900	14.00	0.07	1650.00
4	7.01 Mineralna vuna (MW)	8.000	0.034	1.00	0.08	25.00
5	Polimerno-cementno ljepilo _ dvostruko armirano	0.500	0.900	14.00	0.07	1650.00
6	3.16 Silikatna žbuka	0.300	0.900	60.00	0.18	1800.00
Definirane ploštine [m <sup>2</sup> ]:				Sjever	12.36	

**Unutarnji zid****Z5 g-n**

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1.500	1.000	20.00	0.30	1800.00
2	2.01 Armirani beton	20.000	2.600	110.00	22.00	2500.00
3	Polimerno-cementno ljepilo	0.500	0.900	14.00	0.07	1650.00
4	7.01 Mineralna vuna (MW)	5.000	0.034	1.00	0.05	25.00
5	Polimerno-cementno ljepilo	0.500	0.900	14.00	0.07	1650.00
6	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1.000	1.000	20.00	0.20	1800.00
Definirana ploština [m <sup>2</sup> ]:				531.00		

**Unutarnji zid****Z4 g-g**

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Knauf DIAMANT gips-kartonska ploča tip DFH2IR	1.000	0.270	4.00	0.04	1000.00
2	Knauf Insulation ploča za pregradne zidove AKUSTIK	4.000	0.037	1.10	0.04	16.00
3	2.01 Armirani beton	20.000	2.600	110.00	22.00	2500.00
4	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1.000	1.000	20.00	0.20	1800.00
Definirana ploština [m <sup>2</sup> ]:				459.75		

**Zidovi prema tlu****Z1 n-t**

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	3.03 Vapneno-cementna	1.500	1.000	20.00	0.30	1800.00
2	2.01 Armirani beton	20.000	2.600	110.00	22.00	2500.00
3	Bitumenska traka s uloškom	0.800	160.000	3000000.00	800.00	1600.00
4	7.03 Ekstrudirana polistir.	8.000	0.033	80.00	6.40	28.00
5	Čepičasta traka (zaštita	0.200	0.200	500000.00	200.00	1200.00
6	Pijesak i šljunak	20.000	2.000	50.00	10.00	1700.00
Definirana ploština [m <sup>2</sup> ]:				268.38		

**Međukatna konstrukcija M3 g-g**

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	4.03 Keramičke pločice	1.500	1.300	200.00	3.00	2300.00
2	3.19 Cementni estrih	5.000	1.600	50.00	2.50	2000.00
3	Polietilenska folija 0,15 mm	0.015	0.500	334000.00	15.00	980.00
4	7.03 Ekstrudirana polistir.	3.000	0.033	80.00	2.40	28.00
5	2.01 Armirani beton	18.000	2.600	110.00	19.80	2500.00
6	7.01 Mineralna vuna (MW)	3.000	0.034	1.00	0.03	25.00
7	Knauf gips-kartonska ploča tip	1.250	0.210	4.00	0.05	680.00
Definirana ploština [m <sup>2</sup> ]:					341.01	

**Podovi na tlu P1 n-t**

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	4.03 Keramičke pločice	1.500	1.300	200.00	3.00	2300.00
2	3.19 Cementni estrih	5.500	1.600	50.00	2.75	2000.00
3	Polietilenska folija 0,15 mm	0.015	0.500	334000.00	15.00	980.00
4	7.03 Ekstrudirana polistir.	9.000	0.033	80.00	7.20	28.00
5	5.02 Bitum. traka s uloškom stakl. tkanine	0.800	0.230	50000.00	400.00	1100.00
6	2.01 Armirani beton	45.000	2.600	110.00	49.50	2500.00
7	Polietilenska folija 0,15 mm	0.015	0.500	334000.00	15.00	980.00
8	5.02 Bitum. traka s uloškom stakl. tkanine	0.640	0.230	50000.00	320.00	1100.00
9	2.03 Beton	5.000	2.000	100.00	5.00	2400.00
10	6.04 Pijesak, šljunak, tucanik (drobljenac)	15.000	0.810	3.00	0.45	1700.00
Definirana ploština [m <sup>2</sup> ]:					404.59	

**Međukatna konstrukcija M1 g-n**

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	4.03 Keramičke pločice	1.500	1.300	200.00	3.00	2300.00
2	3.19 Cementni estrih	5.000	1.600	50.00	2.50	2000.00
3	Polietilenska folija 0,15 mm	0.015	0.500	334000.00	15.00	980.00
4	7.03 Ekstrudirana polistir.	3.000	0.033	80.00	2.40	28.00
5	2.01 Armirani beton	18.000	2.600	110.00	19.80	2500.00
6	7.01 Mineralna vuna (MW)	5.000	0.034	1.00	0.05	25.00
7	Knauf gips-kartonska ploča tip	1.250	0.210	4.00	0.05	680.00
Definirana ploština [m <sup>2</sup> ]:					341.01	

**Međukatna konstrukcija M2 n-n**

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	4.03 Keramičke pločice	1.500	1.300	200.00	3.00	2300.00
2	3.19 Cementni estrih	5.000	1.600	50.00	2.50	2000.00
3	Polietilenska folija 0,15 mm	0.015	0.500	334000.00	15.00	980.00
4	7.03 Ekstrudirana polistir.	3.000	0.033	80.00	2.40	28.00
5	2.01 Armirani beton	18.000	2.600	110.00	19.80	2500.00
6	7.01 Mineralna vuna (MW)	3.000	0.034	1.00	0.03	25.00
7	Knauf gips-kartonska ploča tip	1.250	0.210	4.00	0.05	680.00
Definirana ploština [m <sup>2</sup> ]:					48.57	

**Krovna konstrukcija K1 g-v**

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Knauf gips-kartonska ploča	1.250	0.210	4.00	0.05	680.00
2	7.01 Mineralna vuna (MW)	5.000	0.034	1.00	0.05	25.00
3	2.01 Armirani beton	18.000	2.600	110.00	19.80	2500.00
4	2.03 Beton	5.000	2.000	100.00	5.00	2400.00
5	Bitumenska traka s uloškom	0.400	160.000	3000000.00	4,000.00	1600.00
6	Polietilenska folija 0,15 mm	0.015	0.500	334000.00	15.00	980.00
7	7.03 Ekstrudirana polistir.	20.000	0.033	80.00	16.00	28.00
8	5.10 Polim. hidro. traka na bazi FPO/TPO	0.120	0.260	90000.00	108.00	1600.00
9	2.03 Beton	5.000	2.000	100.00	5.00	2400.00
Definirana ploština [m <sup>2</sup> ]:					341.01	

**Krovna konstrukcija K1 n-v**

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Knauf gips-kartonska ploča	1.250	0.210	4.00	0.05	680.00
2	7.01 Mineralna vuna (MW)	5.000	0.034	1.00	0.05	25.00
3	2.01 Armirani beton	18.000	2.600	110.00	19.80	2500.00
4	2.03 Beton	5.000	2.000	100.00	5.00	2400.00
5	Bitumenska traka s uloškom	4.000	160.000	3000000.00	4,000.00	1600.00
6	Polietilenska folija 0,15 mm	0.015	0.500	334000.00	15.00	980.00
7	7.03 Ekstrudirana polistir.	20.000	0.033	80.00	16.00	28.00
8	5.10 Polim. hidro. traka na bazi FPO/TPO	0.120	0.260	90000.00	108.00	1600.00
9	2.03 Beton	5.000	2.000	100.00	5.00	2400.00
Definirana ploština [m <sup>2</sup> ]:					48.57	

**Otvori (prozirni i neprozirni)**

Naziv otvora	Uw [W/m <sup>2</sup> K]	Orijentacija	Aw [m <sup>2</sup> ]	n
pr1 90/130 g-v	1.40	Istok	1.17	5.00
	1.40	Zapad	1.17	10.00
	1.40	Jug	1.17	10.00
pr1 90/130 g-v SJEVER	1.40	Sjever	1.17	10.00
pr2 85/130 g-v	1.40	Istok	1.11	5.00
	1.40	Zapad	1.11	5.00
pr3 145/130 g-v	1.40	Istok	1.89	10.00
pr4 150/130 g-v	1.40	Jug	1.95	5.00
pr5 170/130 g-v	1.40	Jug	2.21	5.00
pr6 330/230 g-v	1.40	Jug	7.59	10.00
pr7 250/230 g-v	1.40	Jug	5.75	5.00
pr8 460/230 g-v	1.40	Jug	10.58	5.00
pr9 170/230 g-v SJEVER	1.40	Sjever	3.91	5.00
pr10 90/230 g-v SJEVER	1.40	Sjever	2.07	5.00
pr11 85/230 g-v SJEVER	1.40	Sjever	1.96	5.00
pr12 480/1348 n-v SJEVER	1.40	Sjever	64.70	1.00
vr1 170/230 n-v SJEVER	1.40	Sjever	3.91	1.00
vr2 100/220	2.00	Istok	2.20	30.00

**Zaštita od prekomjernog Sunčevog zračenja (ljetni period)**

Podaci o definiranim prostorijama s najvećim udjelom ostakljenja u površini pročelja.

Naziv prostorije	Orijentacija	A [m <sup>2</sup> ]	A <sub>g</sub> [m <sup>2</sup> ]	f	g <sub>tot f</sub>	max	Zadovoljava
dnevni boravak	Jug	14.71	8.46	0.58	0.09	0.20	Da

Podaci o otvorima koji su uzeti u obzir prilikom navedenog proračuna.

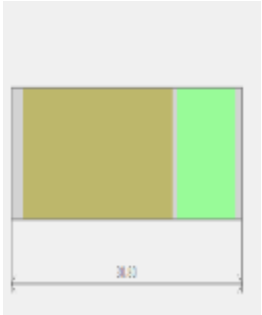
Naziv prostorije	Naziv otvora	f <sub>c</sub>	A <sub>g</sub> [m <sup>2</sup> ]	g <sub>⊥</sub>	n
dnevni boravak	pr8 460/230 g-v	0.30	8.46	0.60	1



### 13.4. Proračun građevnih dijelova zgrade

Naziv građevnog dijela	A [m <sup>2</sup> ]	U [W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>max</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	OK
Z3 g-v	1011.38	0.38	0.45	✓
Z3 g-v SJEVER	353.16	0.38	0.45	✓
Z3 n-v SJEVER	12.36	0.38	0.45	✓
Z5 g-n	531.00	0.54	0.60	✓
Z4 g-g	459.75	0.68	0.80	✓
Z1 n-t	268.38	0.38	0.50	✓
M3 g-g	341.01	0.45	0.80	✓
P1 n-tlo	404.59	0.31	0.50	✓
M1 g-n	341.01	0.35	0.60	✓
M2 n-n	48.57	0.45	0.60	✓
K1 g-v	341.01	0.13	0.30	✓
K1 n-v	48.57	0.13	0.30	✓

#### Vanjski zidovi: Z3 g-v

Opći podaci o građevnom dijelu										
	A <sub>gd</sub> [m]	A <sub>I</sub>	A <sub>Z</sub>	A <sub>S</sub>	A <sub>J</sub>	A <sub>SI</sub>	A <sub>SZ</sub>	A <sub>JI</sub>	A <sub>JZ</sub>	
	1011.38	386.07	399.0	0.00	226.24	0.00	0.00	0.00	0.00	
	<b>Toplinska zaštita:</b>			U [W/m <sup>2</sup> K] = 0.38 ≤ 0.45			ZADOVOLJAVA			
	<b>Površinska vlažnost:</b> (Rizik okruženja s plijesni φ <sub>si</sub> ≤ 0,8)			fR <sub>si</sub> = 0.39 ≤ 0.90			ZADOVOLJAVA			
	<b>Unutarnja kondenzacija:</b>			ΣM <sub>a,god</sub> = 0,00			ZADOVOLJAVA			
<b>Dinamičke karakteristike:</b>			550.90 ≥ 100 kg/m <sup>2</sup> U = 0.38 ≤ 0.45			ZADOVOLJAVA				

	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog	d[cm]	ρ[kg/m <sup>3</sup> ]	λ[W/mK]	R[m <sup>2</sup> ]
1	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1.500	1800.0	1.000	0.015
2	2.01 Armirani beton	20.000	2500.0	2.600	0.077
3	Polimerno-cementno ljepilo	0.500	1650.0	0.900	0.006
4	7.01 Mineralna vuna (MW)	8.000	25.00	0.034	2.353
5	Polimerno-cementno ljepilo _ dvostruko armirano	0.500	1650.0	0.900	0.006
6	3.16 Silikatna žbuka	0.300	1800.0	0.900	0.003
					R <sub>si</sub> =
					R <sub>se</sub> =
					R <sub>T</sub> =
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s U [W/m <sup>2</sup> K] =		U = 0.38 ≤ U <sub>max</sub> = 0.45		ZADOVOLJAVA	
Plošna masa građevnog dijela 550.90 [kg/m <sup>2</sup> ]		550.90 ≥ 100 kg/m <sup>2</sup> U = 0.38 ≤ 0.45		ZADOVOLJAVA	

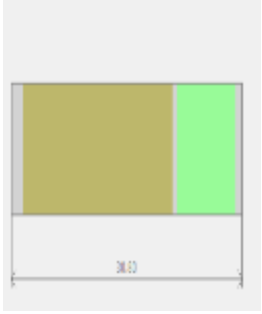
#### Ispravci i dodaci

Zračne šupljine (HRN EN ISO 6946, Annex E)

Tip zračnih šupljina: Nema zračnih šupljina koje prodiru kroz cijeli izolacijski sloj

Proračun najveće dozvoljene površinske vlažnosti (HRN EN ISO 13788)										
Odabrani način proračuna površinske vlažnosti:					Primjena razreda vlažnosti u prostoriji - neklimatizirana					
Odabrani razred vlažnosti:					Stambene prostorije s malim intenzitetom korištenja					
Unutarnja temperatura grijanja uz građevni dio:					$\theta_{\text{int,set,H,gd}} = 20.00^\circ\text{C}$					
Siječanj	8.5	0.61	677	466	1189	1486	12.9	20.0	0.38	
Veljača	7.7	0.58	609	498	1157	1447	12.5	20.0	0.39	
Ožujak	10.4	0.60	756	389	1184	1480	12.8	20.0	0.25	
Travanj	15.3	0.60	1043	190	1252	1565	13.7	20.0	0.00	
Svibanj	20.4	0.56	1341	0	1341	1677	14.7	20.0	0.00	
Lipanj	25.4	0.54	1751	0	1751	2188	18.9	20.0	0.00	
Srpanj	25.0	0.49	1551	0	1551	1939	17.0	20.0	0.00	
Kolovoz	27.6	0.52	1919	0	1919	2399	20.4	20.0	0.00	
Rujan	22.9	0.59	1647	0	1647	2058	18.0	20.0	0.00	
Listopad	15.8	0.63	1130	170	1317	1647	14.5	20.0	0.00	
Studeni	11.9	0.65	905	328	1266	1583	13.9	20.0	0.24	
Prosinac	10.7	0.61	785	377	1199	1499	13.0	20.0	0.25	
Površinska vlažnost				$fR_{si} = 0.39 \leq fR_{si, \max} = 0.90$		ZADOVOLJAVA				
Ocjena opasnosti od kondenzacije na okvirima otvora koji se nalaze na ovom građevnom dijelu										
Naziv otvora					fR <sub>si</sub>	fR <sub>si,max</sub>	$\theta_{\min}$	OK		
pr1 90/130 g-v					0.82	0.39	1.0	ZADOVOLJAVA		
pr2 85/130 g-v					0.82	0.39	1.0	ZADOVOLJAVA		
pr3 145/130 g-v					0.82	0.39	1.0	ZADOVOLJAVA		
pr4 150/130 g-v					0.82	0.39	1.0	ZADOVOLJAVA		
pr5 170/130 g-v					0.82	0.39	1.0	ZADOVOLJAVA		
pr6 330/230 g-v					0.82	0.39	1.0	ZADOVOLJAVA		
pr7 250/230 g-v					0.82	0.39	1.0	ZADOVOLJAVA		
pr8 460/230 g-v					0.82	0.39	1.0	ZADOVOLJAVA		
Mjesečni proračun kondenzacije i akumulacije vlage										
Mjesec					g <sub>c1</sub>			M <sub>a1</sub>		
Siječanj - Prosinac					0,00000			0,00000		
U pogledu kondenzacije građevni dio:					ZADOVOLJAVA					

### Vanjski zidovi: - Z3 g-v SJEVER

Opći podaci o građevnom dijelu										
	A <sub>gd</sub> [m]	A <sub>I</sub>	A <sub>Z</sub>	A <sub>S</sub>	A <sub>J</sub>	A <sub>SI</sub>	A <sub>SZ</sub>	A <sub>JII</sub>	A <sub>JZ</sub>	
	353.16	0.00	0.00	353.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	<b>Toplinska zaštita:</b>			$U [\text{W}/\text{m}^2 \text{K}] = 0.38 \leq 0.45$			ZADOVOLJAVA			
	<b>Površinska vlažnost:</b> (Rizik okruženja s plijesni $\varphi_{si} \leq 0,8$ )			$fR_{si} = 0.39 \leq 0.90$			ZADOVOLJAVA			
	<b>Unutarnja kondenzacija:</b>			$\Sigma M_{a, \text{god}} = 0,00$			ZADOVOLJAVA			
<b>Dinamičke karakteristike:</b>			$550.90 \geq 100 \text{ kg}/\text{m}^2$ $U = 0.38 \leq 0.45$			ZADOVOLJAVA				

	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog	d[cm]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ [W/mK]	R[m <sup>2</sup> ]
1	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1.500	1800.0	1.000	0.015
2	2.01 Armirani beton	20.000	2500.0	2.600	0.077
3	Polimerno-cementno ljepilo	0.500	1650.0	0.900	0.006
4	7.01 Mineralna vuna (MW)	8.000	25.00	0.034	2.353
5	Polimerno-cementno ljepilo _ dvostruko armirano	0.500	1650.0	0.900	0.006
6	3.16 Silikatna žbuka	0.300	1800.0	0.900	0.003
					R <sub>si</sub> =
					R <sub>se</sub> =
					R <sub>T</sub> =
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s U [W/m <sup>2</sup> K] =		U = 0.38 ≤ U <sub>max</sub> = 0.45		ZADOVOLJAVA	
Plošna masa građevnog dijela 550.90 [kg/m <sup>2</sup> ]		550.90 ≥ 100 kg/m <sup>2</sup> U = 0.38 ≤ 0.45		ZADOVOLJAVA	

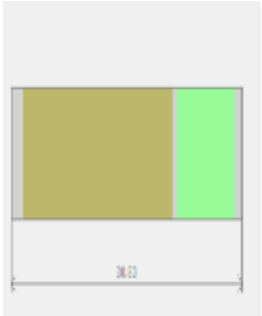
Ispravci i dodaci	
Zračne šupljine (HRN EN ISO 6946, Annex E)	
Tip zračnih šupljina:	Nema zračnih šupljina koje prodiru kroz cijeli izolacijski sloj

Proračun najveće dozvoljene površinske vlažnosti (HRN EN ISO 13788)									
Odabrani način proračuna površinske vlažnosti:					Primjena razreda vlažnosti u prostoriji - neklimatizirana				
Odabrani razred vlažnosti:					Stambene prostorije s malim intenzitetom korištenja				
Unutarnja temperatura grijanja uz građevni dio:					$\theta_{int,set,H,gd} = 20.00^{\circ}\text{C}$				
Siječanj	8.5	0.61	677	466	1189	1486	12.9	20.0	0.38
Veljača	7.7	0.58	609	498	1157	1447	12.5	20.0	0.39
Ožujak	10.4	0.60	756	389	1184	1480	12.8	20.0	0.25
Travanj	15.3	0.60	1043	190	1252	1565	13.7	20.0	0.00
Svibanj	20.4	0.56	1341	0	1341	1677	14.7	20.0	0.00
Lipanj	25.4	0.54	1751	0	1751	2188	18.9	20.0	0.00
Srpanj	25.0	0.49	1551	0	1551	1939	17.0	20.0	0.00
Kolovoz	27.6	0.52	1919	0	1919	2399	20.4	20.0	0.00
Rujan	22.9	0.59	1647	0	1647	2058	18.0	20.0	0.00
Listopad	15.8	0.63	1130	170	1317	1647	14.5	20.0	0.00
Studen	11.9	0.65	905	328	1266	1583	13.9	20.0	0.24
Prosinac	10.7	0.61	785	377	1199	1499	13.0	20.0	0.25
Površinska vlažnost				$fR_{si} = 0.39 \leq fR_{si,max} = 0.90$			ZADOVOLJAVA		

Ocjena opasnosti od kondenzacije na okvirima otvora koji se nalaze na ovom građevnom dijelu				
Naziv otvora	fR <sub>si</sub>	fR <sub>si,max</sub>	$\theta_{min}$	OK
pr1 90/130 g-v SJEVER	0.82	0.39	1.0	ZADOVOLJAVA
pr9 170/230 g-v SJEVER	0.82	0.39	1.0	ZADOVOLJAVA
pr10 90/230 g-v SJEVER	0.82	0.39	1.0	ZADOVOLJAVA
pr11 85/230 g-v SJEVER	0.82	0.39	1.0	ZADOVOLJAVA

Mjesečni proračun kondenzacije i akumulacije vlage		
Mjesec	g <sub>c1</sub>	M <sub>a1</sub>
Siječanj - Prosinac	0,00000	0,00000
U pogledu kondenzacije građevni dio:	ZADOVOLJAVA	

**Vanjski zidovi: Z3 n-v SJEVER****Opći podaci o građevnom dijelu**

	<b>A<sub>gd</sub> [m]</b>	<b>A<sub>I</sub></b>	<b>A<sub>Z</sub></b>	<b>A<sub>S</sub></b>	<b>A<sub>J</sub></b>	<b>A<sub>SI</sub></b>	<b>A<sub>SZ</sub></b>	<b>A<sub>JI</sub></b>	<b>A<sub>JZ</sub></b>	
	12.36	0.00	0.00	12.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	<b>Toplinska zaštita:</b>			$U \text{ [W/m}^2 \text{ K]} = 0.38 \leq 0.45$			ZADOVOLJAVA			
	<b>Površinska vlažnost:</b> (Rizik okruženja s plijesni $\varphi_{si} \leq 0,8$ )			$f_{Rsi} = 0.39 \leq 0.90$			ZADOVOLJAVA			
	<b>Unutarnja kondenzacija:</b>			$\Sigma M_{a, \text{god}} = 0,00$			ZADOVOLJAVA			
<b>Dinamičke karakteristike:</b>			$550.90 \geq 100 \text{ kg/m}^2$ $U = 0.38 \leq 0.45$			ZADOVOLJAVA				

	<b>Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog</b>	<b>d[cm]</b>	<b><math>\rho</math>[kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b><math>\lambda</math>[W/mK]</b>	<b>R[m<sup>2</sup>]</b>	
1	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1.500	1800.0	1.000	0.015	
2	2.01 Armirani beton	20.000	2500.0	2.600	0.077	
3	Polimerno-cementno ljepilo	0.500	1650.0	0.900	0.006	
4	7.01 Mineralna vuna (MW)	8.000	25.00	0.034	2.353	
5	Polimerno-cementno ljepilo _ dvostruko armirano	0.500	1650.0	0.900	0.006	
6	3.16 Silikatna žbuka	0.300	1800.0	0.900	0.003	
					$R_{si} =$	
					$R_{se} =$	
					$R_T =$	
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s $U \text{ [W/m}^2 \text{ K]} =$		$U = 0.38 \leq U_{\text{max}} = 0.45$		ZADOVOLJAVA		
Plošna masa građevnog dijela <b>550.90 [kg/m<sup>2</sup>]</b>		$550.90 \geq 100 \text{ kg/m}^2$ $U = 0.38 \leq 0.45$		ZADOVOLJAVA		

**Ispravci i dodaci**

Zračne šupljine (HRN EN ISO 6946, Annex E)

Tip zračnih šupljina: Nema zračnih šupljina koje prodiru kroz cijeli izolacijski sloj

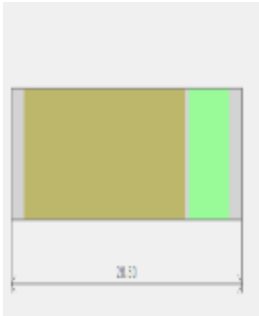
**Proračun najveće dozvoljene površinske vlažnosti (HRN EN ISO 13788)**

Odabrani način proračuna površinske vlažnosti:				Primjena razreda vlažnosti u prostoriji - neklimatizirana					
Odabrani razred vlažnosti:				Stambene prostorije s malim intenzitetom korištenja					
Unutarnja temperatura grijanja uz građevni dio:				$\theta_{\text{int, set, H, gd}} = 20.00^\circ\text{C}$					
Siječanj	8.5	0.61	677	466	1189	1486	12.9	20.0	0.38
Veljača	7.7	0.58	609	498	1157	1447	12.5	20.0	0.39
Ožujak	10.4	0.60	756	389	1184	1480	12.8	20.0	0.25
Travanj	15.3	0.60	1043	190	1252	1565	13.7	20.0	0.00
Svibanj	20.4	0.56	1341	0	1341	1677	14.7	20.0	0.00
Lipanj	25.4	0.54	1751	0	1751	2188	18.9	20.0	0.00
Srpanj	25.0	0.49	1551	0	1551	1939	17.0	20.0	0.00
Kolovoz	27.6	0.52	1919	0	1919	2399	20.4	20.0	0.00
Rujan	22.9	0.59	1647	0	1647	2058	18.0	20.0	0.00
Listopad	15.8	0.63	1130	170	1317	1647	14.5	20.0	0.00
Studeni	11.9	0.65	905	328	1266	1583	13.9	20.0	0.24
Prosinac	10.7	0.61	785	377	1199	1499	13.0	20.0	0.25

Površinska vlažnost	$fR_{si} = 0.39 \leq fR_{si, max} = 0.90$	ZADOVOLJAVA		
<b>Ocjena opasnosti od kondenzacije na okvirima otvora koji se nalaze na ovom građevnom dijelu</b>				
<b>Naziv otvora</b>	<b>fR<sub>si</sub></b>	<b>fR<sub>si,max</sub></b>	<b>θ<sub>min</sub></b>	<b>OK</b>
pr12 480/1348 n-v SJEVER	0.82	0.39	1.0	ZADOVOLJAVA
vr1 170/230 n-v SJEVER	0.82	0.39	1.0	ZADOVOLJAVA

<b>Mjesečni proračun kondenzacije i akumulacije vlage</b>		
<b>Mjesec</b>	<b>g<sub>c1</sub></b>	<b>M<sub>a1</sub></b>
Siječanj - Prosinac	0,00000	0,00000
U pogledu kondenzacije građevni dio:		ZADOVOLJAVA

### Zidovi prema negrijanim prostorijama: Z5 g-n

<b>Opći podaci o građevnom dijelu</b>										
	<b>A<sub>gd</sub> [m]</b>	<b>A<sub>i</sub></b>	<b>A<sub>z</sub></b>	<b>A<sub>s</sub></b>	<b>A<sub>j</sub></b>	<b>A<sub>si</sub></b>	<b>A<sub>sz</sub></b>	<b>A<sub>ji</sub></b>	<b>A<sub>jz</sub></b>	
	531.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	<b>Toplinska zaštita:</b>			$U [W/m^2 K] = 0.54 \leq 0.60$			ZADOVOLJAVA			
	<b>Površinska vlažnost:</b> (Rizik okruženja s plijesni $\varphi_{si} \leq 0,8$ )			$fR_{si} = 0.39 \leq 0.86$			ZADOVOLJAVA			
	<b>Unutarnja kondenzacija:</b>			$\Sigma M_{a, god} = 0,00$			ZADOVOLJAVA			

	<b>Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog</b>	<b>d[cm]</b>	<b>ρ[kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>λ[W/mK]</b>	<b>R[m<sup>2</sup>]</b>	
1	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1.500	1800.0	1.000	0.015	
2	2.01 Armirani beton	20.000	2500.0	2.600	0.077	
3	Polimerno-cementno ljepilo	0.500	1650.0	0.900	0.006	
4	7.01 Mineralna vuna (MW)	5.000	25.00	0.034	1.471	
5	Polimerno-cementno ljepilo	0.500	1650.0	0.900	0.006	
6	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1.000	1800.0	1.000	0.010	
					R <sub>si</sub> =	
					R <sub>se</sub> =	
					R <sub>T</sub> =	
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s $U [W/m^2 K] =$		$U = 0.54 \leq U_{max} = 0.60$		ZADOVOLJAVA		

### Ispravci i dodaci

Zračne šupljine (HRN EN ISO 6946, Annex E)	
Tip zračnih šupljina:	Nema zračnih šupljina koje prodiru kroz cijeli izolacijski sloj

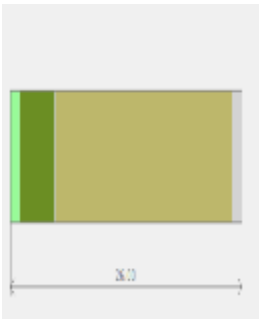
### Proračun najveće dozvoljene površinske vlažnosti (HRN EN ISO 13788)

Odabrani način proračuna površinske vlažnosti:	Primjena razreda vlažnosti u prostoriji - neklimizirana								
Odabrani razred vlažnosti:	Stambene prostorije s malim intenzitetom korištenja								
Unutarnja temperatura grijanja uz građevni dio:	$\theta_{int, set, H, gd} = 20.00^\circ C$								
Siječanj	8.5	0.61	677	466	1189	1486	12.9	20.0	0.38

Veljača	7.7	0.58	609	498	1157	1447	12.5	20.0	0.39
Ožujak	10.4	0.60	756	389	1184	1480	12.8	20.0	0.25
Travanj	15.3	0.60	1043	190	1252	1565	13.7	20.0	0.00
Svibanj	20.4	0.56	1341	0	1341	1677	14.7	20.0	0.00
Lipanj	25.4	0.54	1751	0	1751	2188	18.9	20.0	0.00
Srpanj	25.0	0.49	1551	0	1551	1939	17.0	20.0	0.00
Kolovoz	27.6	0.52	1919	0	1919	2399	20.4	20.0	0.00
Rujan	22.9	0.59	1647	0	1647	2058	18.0	20.0	0.00
Listopad	15.8	0.63	1130	170	1317	1647	14.5	20.0	0.00
Studen	11.9	0.65	905	328	1266	1583	13.9	20.0	0.24
Prosinac	10.7	0.61	785	377	1199	1499	13.0	20.0	0.25
Površinska vlažnost			$fR_{si} = 0.39 \leq fR_{si, max} = 0.86$			ZADOVOLJAVA			

<b>Mjesečni proračun kondenzacije i akumulacije vlage</b>		
<b>Mjesec</b>	<b>g<sub>c1</sub></b>	<b>M<sub>a1</sub></b>
Siječanj - Prosinac	0,00000	0,00000
U pogledu kondenzacije građevni dio:		ZADOVOLJAVA

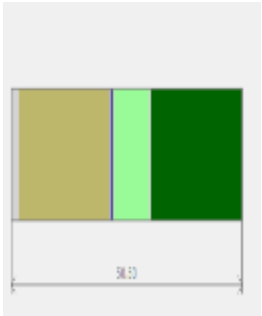
### Zidovi između grijanih dijelova različitih korisnika: Z4 g-g

<b>Opći podaci o građevnom dijelu</b>										
	<b>A<sub>gd</sub> [m]</b>	<b>A<sub>I</sub></b>	<b>A<sub>Z</sub></b>	<b>A<sub>S</sub></b>	<b>A<sub>J</sub></b>	<b>A<sub>SI</sub></b>	<b>A<sub>SZ</sub></b>	<b>A<sub>JI</sub></b>	<b>A<sub>JZ</sub></b>	
	459.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	<b>Toplinska zaštita:</b>			$U [W/m^2 K] = 0.68 \leq 0.80$				ZADOVOLJAVA		

	<b>Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog</b>	<b>d[cm]</b>	<b>ρ[kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>λ[W/mK]</b>	<b>R[m<sup>2</sup>]</b>
1	Knauf DIAMANT gips-kartonska ploča tip DFH2IR	1.000	1000.0	0.270	0.037
2	Knauf Insulation ploča za pregradne zidove	4.000	16.00	0.037	1.081
3	2.01 Armirani beton	20.000	2500.0	2.600	0.077
4	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1.000	1800.0	1.000	0.010
					R <sub>si</sub> =
					R <sub>se</sub> =
					R <sub>T</sub> =
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s U [W/m <sup>2</sup> K] =		$U = 0.68 \leq U_{max} = 0.80$		ZADOVOLJAVA	

<b>Ispravci i dodaci</b>	
Zračne šupljine (HRN EN ISO 6946, Annex E)	
Tip zračnih šupljina:	Nema zračnih šupljina koje prodiru kroz cijeli izolacijski sloj

**Zidovi prema tlu: Z1 n-t**

Opći podaci o građevnom dijelu										
	$A_{gd}$ [m]	$A_l$	$A_z$	$A_s$	$A_j$	$A_{si}$	$A_{sz}$	$A_{ji}$	$A_{jz}$	
	268.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	<b>Toplinska zaštita:</b>			$U$ [W/m <sup>2</sup> K] = 0.38 ≤ 0.50			ZADOVOLJAVA			
	<b>Površinska vlažnost:</b> (Rizik okruženja s plijesni $\varphi_{si} \leq 0,8$ )			$fR_{si} = 0.00 \leq 0.91$			ZADOVOLJAVA			

	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog	d[cm]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ [W/mK]	$R$ [m <sup>2</sup> ]	
1	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1.500	1800.0	1.000	0.015	
2	2.01 Armirani beton	20.000	2500.0	2.600	0.077	
3	Bitumenska traka s uloškom od Al folije	0.800	1600.0	160.000	0.000	
4	7.03 Ekstrudirana polistir. pjena (XPS)	8.000	28.00	0.033	2.424	
5	Čepičasta traka (zaštita hidroizolacije)	0.200	1200.0	0.200	-	
6	Pijesak i šljunak	20.000	1700.0	2.000	-	
					$R_{si} =$	
					$R_{se} =$	
					$R_T =$	
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s $U$ [W/m <sup>2</sup> K] =		$U = 0.38 \leq U_{max} = 0.50$		ZADOVOLJAVA		

**Ispravci i dodaci**

Zračne šupljine (HRN EN ISO 6946, Annex E)

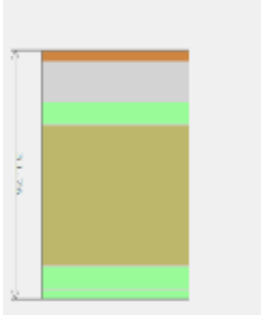
Tip zračnih šupljina: Nema zračnih šupljina koje prodiru kroz cijeli izolacijski sloj

**Proračun najveće dozvoljene površinske vlažnosti (HRN EN ISO 13788)**

Odabrani način proračuna površinske vlažnosti:				Primjena razreda vlažnosti u prostoriji - neklimatizirana					
Odabrani razred vlažnosti:				Stambene prostorije s malim intenzitetom korištenja					
Unutarnja temperatura grijanja uz građevni dio:				$\theta_{int,set,H,gd} = 20.00^\circ\text{C}$					
Siječanj	16.9	1.00	1924	126	2063	2578	21.6	20.0	0.00
Veljača	16.9	1.00	1924	126	2063	2578	21.6	20.0	0.00
Ožujak	16.9	1.00	1924	126	2063	2578	21.6	20.0	0.00
Travanj	16.9	1.00	1924	126	2063	2578	21.6	20.0	0.00
Svibanj	16.9	1.00	1924	126	2063	2578	21.6	20.0	0.00
Lipanj	16.9	1.00	1924	126	2063	2578	21.6	20.0	0.00
Srpanj	16.9	1.00	1924	126	2063	2578	21.6	20.0	0.00
Kolovoz	16.9	1.00	1924	126	2063	2578	21.6	20.0	0.00
Rujan	16.9	1.00	1924	126	2063	2578	21.6	20.0	0.00
Listopad	16.9	1.00	1924	126	2063	2578	21.6	20.0	0.00
Studeni	16.9	1.00	1924	126	2063	2578	21.6	20.0	0.00

Prosinac	16.9	1.00	1924	126	2063	2578	21.6	20.0	0.00
Površinska vlažnost			$fR_{si} = 0.00 \leq fR_{si, max} = 0.91$			ZADOVOLJAVA			

### Stropovi između grijanih dijelova različitih korisnika: M3 g-g

Opći podaci o građevnom dijelu									
	$A_{gd}$ [m]	$A_I$	$A_Z$	$A_S$	$A_J$	$A_{SI}$	$A_{SZ}$	$A_{JI}$	$A_{JZ}$
	341.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	<b>Toplinska zaštita:</b>			$U [W/m^2 K] = 0.45 \leq 0.80$			ZADOVOLJAVA		

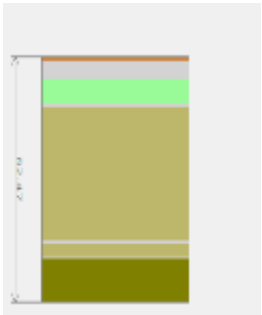
	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog	d[cm]	$\rho[kg/m^3]$	$\lambda[W/mK]$	$R[m^2]$
1	4.03 Keramičke pločice	1.500	2300.00	1.300	0.012
2	3.19 Cementni estrih	5.000	2000.00	1.600	0.031
3	Polietilenska folija 0,15 mm	0.015	980.00	0.500	0.000
4	7.03 Ekstrudirana polistir. pjena (XPS)	3.000	28.00	0.033	0.909
5	2.01 Armirani beton	18.000	2500.00	2.600	0.069
6	7.01 Mineralna vuna (MW)	3.000	25.00	0.034	0.882
7	Knauf gips-kartonska ploča tip A	1.250	680.00	0.210	0.060
					$R_{si} =$
					$R_{se} =$
					$R_T =$
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s $U [W/m^2 K] =$		$U = 0.45 \leq U_{max} = 0.80$		ZADOVOLJAVA	

### Ispravci i dodaci

Zračne šupljine (HRN EN ISO 6946, Annex E)

Tip zračnih šupljina: Nema zračnih šupljina koje prodiru kroz cijeli izolacijski sloj

### Podovi na tlu: P1 n-tlo

Opći podaci o građevnom dijelu									
	$A_{gd}$ [m]	$A_I$	$A_Z$	$A_S$	$A_J$	$A_{SI}$	$A_{SZ}$	$A_{JI}$	$A_{JZ}$
	404.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	<b>Toplinska zaštita:</b>			$U [W/m^2 K] = 0.31 \leq 0.50$			ZADOVOLJAVA		
	<b>Površinska vlažnost:</b> (Rizik okruženja s plijesni $\varphi_{si} \leq 0,8$ )			$fR_{si} = 0.00 \leq 0.92$			ZADOVOLJAVA		



	Slojevi građevnog dijela u smjeru	d[cm]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ [W/mK]	R[m <sup>2</sup> K/W]
1	4.03 Keramičke pločice	1.500	2300.00	1.300	0.012
2	3.19 Cementni estrih	5.500	2000.00	1.600	0.034
3	Polietilenska folija 0,15 mm	0.015	980.00	0.500	0.000
4	7.03 Ekstrudirana polistir. pjena (XPS)	9.000	28.00	0.033	2.727
5	5.02 Bitum. traka s uloškom stakl. tkanine	0.800	1100.00	0.230	0.035
6	2.01 Armirani beton	45.000	2500.00	2.600	0.173
7	Polietilenska folija 0,15 mm	0.015	980.00	0.500	0.000
8	5.02 Bitum. traka s uloškom stakl. tkanine	0.640	1100.00	0.230	0.028
9	2.03 Beton	5.000	2400.00	2.000	-
10	6.04 Pijesak, šljunak, tucanik (drobljenac)	15.000	1700.00	0.810	-
					R <sub>si</sub> = 0.170
					R <sub>se</sub> = 0.000
					<b>R<sub>T</sub> = 3.179</b>
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s U [W/m]		U = 0.31 ≤ U <sub>max</sub> = 0.50		ZADOVOLJAVA	

**Ispravci i dodaci**

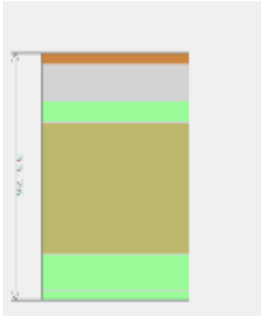
Zračne šupljine (HRN EN ISO 6946, Annex E)

Tip zračnih šupljina: Nema zračnih šupljina koje prodiru kroz cijeli izolacijski sloj

**Proračun najveće dozvoljene površinske vlažnosti (HRN EN ISO 13788)**

Odabrani način proračuna površinske				Primjena razreda vlažnosti u prostoriji - neklimatizirana zgrada					
Odabrani razred vlažnosti:				Stambene prostorije s malim intenzitetom korištenja					
Unutarnja temperatura grijanja uz				$\theta_{int,set,H,gd} = 20.00^{\circ}\text{C}$					
Siječanj	16.9	1.00	1924	126	2063	2578	21.6	20.0	0.00
Veljača	16.9	1.00	1924	126	2063	2578	21.6	20.0	0.00
Ožujak	16.9	1.00	1924	126	2063	2578	21.6	20.0	0.00
Travanj	16.9	1.00	1924	126	2063	2578	21.6	20.0	0.00
Svibanj	16.9	1.00	1924	126	2063	2578	21.6	20.0	0.00
Lipanj	16.9	1.00	1924	126	2063	2578	21.6	20.0	0.00
Srpanj	16.9	1.00	1924	126	2063	2578	21.6	20.0	0.00
Kolovoz	16.9	1.00	1924	126	2063	2578	21.6	20.0	0.00
Rujan	16.9	1.00	1924	126	2063	2578	21.6	20.0	0.00
Listopad	16.9	1.00	1924	126	2063	2578	21.6	20.0	0.00
Studen	16.9	1.00	1924	126	2063	2578	21.6	20.0	0.00
Prosinac	16.9	1.00	1924	126	2063	2578	21.6	20.0	0.00
Površinska vlažnost				fR <sub>si</sub> = 0.00 ≤ fR <sub>si, max</sub> = 0.92		ZADOVOLJAVA			

## Stropovi prema negrijanim prostorijama: M1 g-n

Opći podaci o građevnom dijelu										
	$A_{gd} [m^2]$	$A_l$	$A_z$	$A_s$	$A_j$	$A_{si}$	$A_{sz}$	$A_{\mu}$	$A_{jz}$	
	341.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	<b>Toplinska zaštita:</b>			$U [W/m^2 K] = 0.35 \leq 0.60$			ZADOVOLJAVA			
	<b>Površinska vlažnost:</b> (Rizik okruženja s plijesni $\varphi_{si} \leq 0,8$ )			$fR_{si} = 0.39 \leq 0.91$			ZADOVOLJAVA			
<b>Unutarnja kondenzacija:</b>			$\Sigma M_{a, god} = 0,00$			ZADOVOLJAVA				

	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog	d[cm]	$\rho[kg/m^3]$	$\lambda[W/mK]$	$R[m^2]$	
1	4.03 Keramičke pločice	1.500	2300.00	1.300	0.012	
2	3.19 Cementni estrih	5.000	2000.00	1.600	0.031	
3	Polietilenska folija 0,15 mm	0.015	980.00	0.500	0.000	
4	7.03 Ekstrudirana polistir. pjena (XPS)	3.000	28.00	0.033	0.909	
5	2.01 Armirani beton	18.000	2500.00	2.600	0.069	
6	7.01 Mineralna vuna (MW)	5.000	25.00	0.034	1.471	
7	Knauf gips-kartonska ploča tip A	1.250	680.00	0.210	0.060	
					$R_{si} =$	
					$R_{se} =$	
					$R_T =$	
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s $U [W/m^2 K] =$		$U = 0.35 \leq U_{max} = 0.60$		ZADOVOLJAVA		

## Ispravci i dodaci

Zračne šupljine (HRN EN ISO 6946, Annex E)

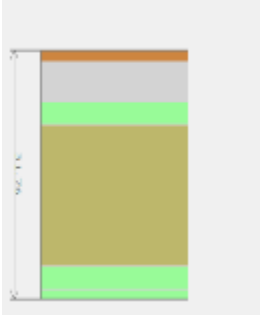
Tip zračnih šupljina: Nema zračnih šupljina koje prodiru kroz cijeli izolacijski sloj

## Proračun najveće dozvoljene površinske vlažnosti (HRN EN ISO 13788)

Odabrani način proračuna površinske vlažnosti:				Primjena razreda vlažnosti u prostoriji - neklimatizirana					
Odabrani razred vlažnosti:				Stambene prostorije s malim intenzitetom korištenja					
Unutarnja temperatura grijanja uz građevni dio:				$\theta_{int, set, H, gd} = 20.00^\circ C$					
Siječanj	8.5	0.61	677	466	1189	1486	12.9	20.0	0.38
Veljača	7.7	0.58	609	498	1157	1447	12.5	20.0	0.39
Ožujak	10.4	0.60	756	389	1184	1480	12.8	20.0	0.25
Travanj	15.3	0.60	1043	190	1252	1565	13.7	20.0	0.00
Svibanj	20.4	0.56	1341	0	1341	1677	14.7	20.0	0.00
Lipanj	25.4	0.54	1751	0	1751	2188	18.9	20.0	0.00
Srpanj	25.0	0.49	1551	0	1551	1939	17.0	20.0	0.00
Kolovoz	27.6	0.52	1919	0	1919	2399	20.4	20.0	0.00
Rujan	22.9	0.59	1647	0	1647	2058	18.0	20.0	0.00
Listopad	15.8	0.63	1130	170	1317	1647	14.5	20.0	0.00
Studen	11.9	0.65	905	328	1266	1583	13.9	20.0	0.24
Prosinac	10.7	0.61	785	377	1199	1499	13.0	20.0	0.25

Površinska vlažnost	$fR_{si} = 0.39 \leq fR_{si, max} = 0.91$	ZADOVOLJAVA
<b>Mjesečni proračun kondenzacije i akumulacije vlage</b>		
Mjesec	$g_{c1}$	$M_{a1}$
Siječanj - Prosinac	0,00000	0,00000
U pogledu kondenzacije građevni dio:		ZADOVOLJAVA

### Stropovi prema negrijanim prostorijama: M2 n-n

Opći podaci o građevnom dijelu										
	$A_{gd}$ [m]	$A_l$	$A_z$	$A_s$	$A_j$	$A_{si}$	$A_{sz}$	$A_{ji}$	$A_{jz}$	
	48.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	<b>Toplinska zaštita:</b>			$U$ [W/m <sup>2</sup> K] = 0.45 ≤ 0.60			ZADOVOLJAVA			
	<b>Površinska vlažnost:</b> (Rizik okruženja s plijesni $\varphi_{si} \leq 0,8$ )			$fR_{si} = 0.39 \leq 0.89$			ZADOVOLJAVA			
	<b>Unutarnja kondenzacija:</b>			$\Sigma M_{a, god} = 0,00$			ZADOVOLJAVA			

	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog	d[cm]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ [W/mK]	$R$ [m <sup>2</sup> ]	
1	4.03 Keramičke pločice	1.500	2300.00	1.300	0.012	
2	3.19 Cementni estrih	5.000	2000.00	1.600	0.031	
3	Polietilenska folija 0,15 mm	0.015	980.00	0.500	0.000	
4	7.03 Ekstrudirana polistir. pjena (XPS)	3.000	28.00	0.033	0.909	
5	2.01 Armirani beton	18.000	2500.00	2.600	0.069	
6	7.01 Mineralna vuna (MW)	3.000	25.00	0.034	0.882	
7	Knauf gips-kartonska ploča tip A	1.250	680.00	0.210	0.060	
					$R_{si} =$	
					$R_{se} =$	
					$R_T =$	
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s $U$ [W/m <sup>2</sup> K] =		$U = 0.45 \leq U_{max} = 0.60$		ZADOVOLJAVA		

### Ispravci i dodaci

Zračne šupljine (HRN EN ISO 6946, Annex E)	
Tip zračnih šupljina:	Nema zračnih šupljina koje prodiru kroz cijeli izolacijski sloj

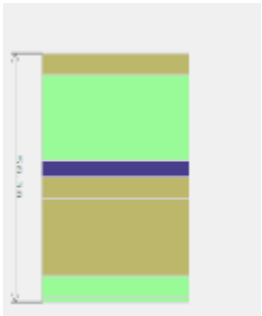
### Proračun najveće dozvoljene površinske vlažnosti (HRN EN ISO 13788)

Odabrani način proračuna površinske vlažnosti:				Primjena razreda vlažnosti u prostoriji - neklimatizirana					
Odabrani razred vlažnosti:				Stambene prostorije s malim intenzitetom korištenja					
Unutarnja temperatura grijanja uz građevni dio:				$\theta_{int, set, H, gd} = 20.00^\circ\text{C}$					
Siječanj	8.5	0.61	677	466	1189	1486	12.9	20.0	0.38
Veljača	7.7	0.58	609	498	1157	1447	12.5	20.0	0.39
Ožujak	10.4	0.60	756	389	1184	1480	12.8	20.0	0.25
Travanj	15.3	0.60	1043	190	1252	1565	13.7	20.0	0.00
Svibanj	20.4	0.56	1341	0	1341	1677	14.7	20.0	0.00

Lipanj	25.4	0.54	1751	0	1751	2188	18.9	20.0	0.00	
Srpanj	25.0	0.49	1551	0	1551	1939	17.0	20.0	0.00	
Kolovoz	27.6	0.52	1919	0	1919	2399	20.4	20.0	0.00	
Rujan	22.9	0.59	1647	0	1647	2058	18.0	20.0	0.00	
Listopad	15.8	0.63	1130	170	1317	1647	14.5	20.0	0.00	
Studenj	11.9	0.65	905	328	1266	1583	13.9	20.0	0.24	
Prosinac	10.7	0.61	785	377	1199	1499	13.0	20.0	0.25	
Površinska vlažnost				$fR_{si} = 0.39 \leq fR_{si, max} = 0.89$			ZADOVOLJAVA			

<b>Mjesečni proračun kondenzacije i akumulacije vlage</b>		
<b>Mjesec</b>	$g_{c1}$	$M_{a1}$
Siječanj - Prosinac	0,00000	0,00000
U pogledu kondenzacije građevni dio:		ZADOVOLJAVA

### Ravni krovovi iznad grijanog prostora: K1 g-v

<b>Opći podaci o građevnom dijelu</b>										
	$A_{gd}$ [m]	$A_I$	$A_Z$	$A_S$	$A_J$	$A_{SI}$	$A_{SZ}$	$A_{JI}$	$A_{JZ}$	
	341.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	<b>Toplinska zaštita:</b>			$U [W/m^2 K] = 0.13 \leq 0.30$			ZADOVOLJAVA			
	<b>Površinska vlažnost:</b> (Rizik okruženja s plijesni $\varphi_{si} \leq 0,8$ )			$fR_{si} = 0.39 \leq 0.97$			ZADOVOLJAVA			
	<b>Unutarnja kondenzacija:</b>			$\Sigma M_{a, god} = 0,00$			ZADOVOLJAVA			
<b>Dinamičke karakteristike:</b>			$771.42 \geq 100 \text{ kg/m}^2$ $U = 0.13 \leq 0.30$			ZADOVOLJAVA				

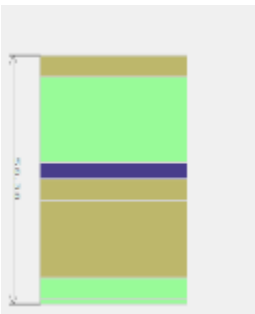
	<b>Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog</b>	<b>d[cm]</b>	<b><math>\rho</math>[kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b><math>\lambda</math>[W/mK]</b>	<b><math>R</math>[m<sup>2</sup>]</b>
1	Knauf gips-kartonska ploča tip A	1.250	680.00	0.210	0.060
2	7.01 Mineralna vuna (MW)	5.000	25.00	0.034	1.471
3	2.01 Armirani beton	18.000	2500.00	2.600	0.069
4	2.03 Beton	5.000	2400.00	2.000	0.025
5	Bitumenska traka s uloškom od Al folije	4.000	1600.00	160.000	0.000
6	Polietilenska folija 0,15 mm	0.015	980.00	0.500	0.000
7	7.03 Ekstrudirana polistir. pjena (XPS)	20.000	28.00	0.033	6.061
8	5.10 Polim. hidro. traka na bazi FPO/TPO	0.120	1600.00	0.260	0.005
9	2.03 Beton	5.000	2400.00	2.000	-
					$R_{si} =$
					$R_{se} =$
					$R_T =$
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s $U [W/m^2 K] =$		$U = 0.13 \leq U_{max} = 0.30$			ZADOVOLJAVA
Plošna masa građevnog dijela <b>771.42 [kg/m<sup>2</sup>]</b>		$771.42 \geq 100 \text{ kg/m}^2$ $U = 0.13 \leq 0.30$			ZADOVOLJAVA

<b>Ispravci i dodaci</b>	
Zračne šupljine (HRN EN ISO 6946, Annex E)	
Tip zračnih šupljina:	Nema zračnih šupljina koje prodiru kroz cijeli izolacijski sloj

Proračun najveće dozvoljene površinske vlažnosti (HRN EN ISO 13788)									
Odabrani način proračuna površinske vlažnosti:					Primjena razreda vlažnosti u prostoriji - neklimatizirana				
Odabrani razred vlažnosti:					Stambene prostorije s malim intenzitetom korištenja				
Unutarnja temperatura grijanja uz građevni dio:					$\theta_{int,set,H,gd} = 20.00^{\circ}\text{C}$				
Siječanj	8.5	0.61	677	466	1189	1486	12.9	20.0	0.38
Veljača	7.7	0.58	609	498	1157	1447	12.5	20.0	0.39
Ožujak	10.4	0.60	756	389	1184	1480	12.8	20.0	0.25
Travanj	15.3	0.60	1043	190	1252	1565	13.7	20.0	0.00
Svibanj	20.4	0.56	1341	0	1341	1677	14.7	20.0	0.00
Lipanj	25.4	0.54	1751	0	1751	2188	18.9	20.0	0.00
Srpanj	25.0	0.49	1551	0	1551	1939	17.0	20.0	0.00
Kolovoz	27.6	0.52	1919	0	1919	2399	20.4	20.0	0.00
Rujan	22.9	0.59	1647	0	1647	2058	18.0	20.0	0.00
Listopad	15.8	0.63	1130	170	1317	1647	14.5	20.0	0.00
Studeni	11.9	0.65	905	328	1266	1583	13.9	20.0	0.24
Prosinac	10.7	0.61	785	377	1199	1499	13.0	20.0	0.25
Površinska vlažnost				$fR_{si} = 0.39 \leq fR_{si,max} = 0.97$		ZADOVOLJAVA			

Mjesečni proračun kondenzacije i akumulacije vlage		
Mjesec	$g_{c1}$	$M_{a1}$
Siječanj - Prosinac	0,00000	0,00000
U pogledu kondenzacije građevni dio:		ZADOVOLJAVA

### Ravni krovovi iznad grijanog prostora: K1 n-v

Opći podaci o građevnom dijelu										
	$A_{gd}$ [m]	$A_I$	$A_Z$	$A_S$	$A_J$	$A_{SI}$	$A_{SZ}$	$A_{JI}$	$A_{JZ}$	
	48.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	<b>Toplinska zaštita:</b>			$U$ [W/m <sup>2</sup> K] = 0.13 ≤ 0.30			ZADOVOLJAVA			
	<b>Površinska vlažnost:</b> (Rizik okruženja s plijesni $\varphi_{si} \leq 0,8$ )			$fR_{si} = 0.39 \leq 0.97$			ZADOVOLJAVA			
	<b>Unutarnja kondenzacija:</b>			$\Sigma M_{a,god} = 0,00$			ZADOVOLJAVA			
<b>Dinamičke karakteristike:</b>			$771.42 \geq 100$ kg/m <sup>2</sup> $U = 0.13 \leq 0.30$			ZADOVOLJAVA				

	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog	d[cm]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ [W/mK]	R[m <sup>2</sup> ]
1	Knauf gips-kartonska ploča tip A	1.250	680.00	0.210	0.060
2	7.01 Mineralna vuna (MW)	5.000	25.00	0.034	1.471
3	2.01 Armirani beton	18.000	2500.00	2.600	0.069
4	2.03 Beton	5.000	2400.00	2.000	0.025
5	Bitumenska traka s uloškom od Al folije	4.000	1600.00	160.000	0.000
6	Polietilenska folija 0,15 mm	0.015	980.00	0.500	0.000
7	7.03 Ekstrudirana polistir. pjena (XPS)	20.000	28.00	0.033	6.061
8	5.10 Polim. hidro. traka na bazi FPO/TPO	0.120	1600.00	0.260	0.005

9	2.03 Beton	5.000	2400.00	2.000	-
					$R_{si} =$
					$R_{se} =$
					$R_T =$
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s $U$ [ $W/m^2 K$ ] =		$U = 0.13 \leq U_{max} = 0.30$		ZADOVOLJAVA	
Plošna masa građevnog dijela <b>771.42</b> [ $kg/m^2$ ]		$771.42 \geq 100 kg/m^2$ $U = 0.13 \leq 0.30$		ZADOVOLJAVA	

<b>Ispravci i dodaci</b>	
Zračne šupljine (HRN EN ISO 6946, Annex E)	
Tip zračnih šupljina:	Nema zračnih šupljina koje prodiru kroz cijeli izolacijski sloj

<b>Proračun najveće dozvoljene površinske vlažnosti (HRN EN ISO 13788)</b>									
Odabrani način proračuna površinske vlažnosti:					Primjena razreda vlažnosti u prostoriji - neklimatizirana				
Odabrani razred vlažnosti:					Stambene prostorije s malim intenzitetom korištenja				
Unutarnja temperatura grijanja uz građevni dio:					$\theta_{int,set,H,gd} = 20.00^\circ C$				
Siječanj	8.5	0.61	677	466	1189	1486	12.9	20.0	0.38
Veljača	7.7	0.58	609	498	1157	1447	12.5	20.0	0.39
Ožujak	10.4	0.60	756	389	1184	1480	12.8	20.0	0.25
Travanj	15.3	0.60	1043	190	1252	1565	13.7	20.0	0.00
Svibanj	20.4	0.56	1341	0	1341	1677	14.7	20.0	0.00
Lipanj	25.4	0.54	1751	0	1751	2188	18.9	20.0	0.00
Srpanj	25.0	0.49	1551	0	1551	1939	17.0	20.0	0.00
Kolovoz	27.6	0.52	1919	0	1919	2399	20.4	20.0	0.00
Rujan	22.9	0.59	1647	0	1647	2058	18.0	20.0	0.00
Listopad	15.8	0.63	1130	170	1317	1647	14.5	20.0	0.00
Studeni	11.9	0.65	905	328	1266	1583	13.9	20.0	0.24
Prosinac	10.7	0.61	785	377	1199	1499	13.0	20.0	0.25
Površinska vlažnost				$fR_{si} = 0.39 \leq fR_{si,max} = 0.97$			ZADOVOLJAVA		

<b>Mjesečni proračun kondenzacije i akumulacije vlage</b>		
Mjesec	$g_{c1}$	$M_{a1}$
Siječanj - Prosinac	0,00000	0,00000
U pogledu kondenzacije građevni dio:		ZADOVOLJAVA

## 13.5. Vanjski otvori

### Korištene kratice:

M.o. – Materijal okvira (D – Drvo, P – PVC, M - Metal, M2 – Metal s prekinutim topl. mostom, B – Beton)

N.p. – Nagib plohe

M.i. – Materijal ispune

Istok														
Naziv	M.o.	N.p. [°]	F <sub>hor</sub>	F <sub>ov</sub>	F <sub>Fin</sub>	F <sub>sh,oh</sub>	g <sub>□</sub>	F <sub>sh,gl</sub>	A <sub>Sol</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>f</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>g</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>w</sub> [m <sup>2</sup> ]	n	U <sub>w</sub> [W/m <sup>2</sup> ]
pr1 90/130 g-v	P	90 <sup>(1)</sup>	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	0.30	0.33	0.23	0.94	1.17	5.00	1.40
pr2 85/130 g-v	P	90 <sup>(1)</sup>	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	0.30	0.32	0.22	0.89	1.11	5.00	1.40
pr3 145/130 g-v	P	90 <sup>(1)</sup>	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	0.30	0.55	0.38	1.51	1.89	10.00	1.40

<sup>(1)</sup> Količina sunčevog zračenja [MJ/m<sup>2</sup>]: Sij = 153; Velj = 207; Ožu = 304; Tra = 360; Svi = 440; Lip = 480; Srp = 504; Kol = 447; Ruj = 358; Lis = 284; Stu = 165; Pro = 130

Zapad														
Naziv	M.o.	N.p. [°]	F <sub>hor</sub>	F <sub>ov</sub>	F <sub>Fin</sub>	F <sub>sh,oh</sub>	g <sub>□</sub>	F <sub>sh,gl</sub>	A <sub>Sol</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>f</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>g</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>w</sub> [m <sup>2</sup> ]	n	U <sub>w</sub> [W/m <sup>2</sup> ]
pr1 90/130 g-v	P	90 <sup>(1)</sup>	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	0.30	0.33	0.23	0.94	1.17	10.00	1.40
pr2 85/130 g-v	P	90 <sup>(1)</sup>	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	0.30	0.32	0.22	0.89	1.11	5.00	1.40

<sup>(1)</sup> Količina sunčevog zračenja [MJ/m<sup>2</sup>]: Sij = 153; Velj = 207; Ožu = 304; Tra = 360; Svi = 440; Lip = 480; Srp = 504; Kol = 447; Ruj = 358; Lis = 284; Stu = 165; Pro = 130

Jug														
Naziv	M.o.	N.p. [°]	F <sub>hor</sub>	F <sub>ov</sub>	F <sub>Fin</sub>	F <sub>sh,oh</sub>	g <sub>□</sub>	F <sub>sh,gl</sub>	A <sub>Sol</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>f</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>g</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>w</sub> [m <sup>2</sup> ]	n	U <sub>w</sub> [W/m <sup>2</sup> ]
pr1 90/130 g-v	P	90 <sup>(1)</sup>	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	0.30	0.33	0.23	0.94	1.17	10.00	1.40
pr4 150/130 g-v	P	90 <sup>(1)</sup>	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	0.30	0.51	0.39	1.56	1.95	5.00	1.40
pr5 170/130 g-v	P	90 <sup>(1)</sup>	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	0.30	0.58	0.44	1.77	2.21	5.00	1.40
pr6 330/230 g-v	P	90 <sup>(1)</sup>	1.00	0.74	0.84	0.62	0.60	0.30	2.00	1.52	6.07	7.59	10.00	1.40
pr7 250/230 g-v	P	90 <sup>(1)</sup>	1.00	0.74	0.84	0.62	0.60	0.30	1.52	1.15	4.60	5.75	5.00	1.40
pr8 460/230 g-v	P	90 <sup>(1)</sup>	1.00	0.74	0.94	0.70	0.60	0.30	2.79	2.12	8.46	10.58	5.00	1.40

<sup>(1)</sup> Količina sunčevog zračenja [MJ/m<sup>2</sup>]: Sij = 335; Velj = 376; Ožu = 398; Tra = 339; Svi = 330; Lip = 316; Srp = 342; Kol = 376; Ruj = 418; Lis = 476; Stu = 347; Pro = 298

Naziv	M.i.	M.o.	A <sub>f</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>g</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>w</sub> [m <sup>2</sup> ]	n	U <sub>w</sub> [W/m <sup>2</sup> ]
pr1 90/130 g-v		P	0.23	0.94	1.17	10.00	1.40
pr9 170/230 g-v		P	0.78	3.13	3.91	5.00	1.40
pr10 90/230 g-v		P	0.41	1.66	2.07	5.00	1.40
pr11 85/230 g-v		P	0.39	1.57	1.96	5.00	1.40
pr12 480/1348 n-v		P	12.94	51.76	64.70	1.00	1.40
vr1 170/230 n-v		P	0.78	3.13	3.91	1.00	1.40
vr2 100/220		D	2.20	0.00	2.20	30.00	2.00

### 13.6. Proračun toplinskih mostova

Ako je potencijalni toplinski most projektiran u skladu s hrvatskom normom koja sadrži katalog dobrih rješenja toplinskih mostova i/ili se radi o izvedbi nove zgrade koja nije okarakterizirana kao "niskoenergetska ili pasivna", a svi građevni dijelovi vanjske ovojnice zgrade zadovoljavaju glede najviše dozvoljenih vrijednosti koeficijenta prolaska topline  $U$   $W/(m^2 K)$ , tada se može umjesto točnog proračuna ili Tablice 4.2, utjecaj toplinskih mostova uzeti u obzir povećanjem  $U$ , svakog građevnog dijela oplošja grijanog dijela zgrade za  $UTM = 0,05 W/(m^2 K)$ .

### 13.7. Koeficijenti transmisijskih gubitaka

Ukupni koeficijenti transmisijskih gubitaka	
Koeficijent transmisijske izmjene topline prema vanjskom okolišu, $H_D$ [W/K]	1066.352
Uprosječeni koeficijent transmisijske izmjene topline prema tlu, $H_{g,avg}$ [W/K]	119.390
Koeficijent transmisijske izmjene topline kroz negrijani prostor, $H_U$ [W/K]	328.674
Koeficijent transmisijske izmjene topline prema susjednoj zgradi, $H_A$ [W/K]	0.000
<b>Ukupni koeficijent transmisijske izmjene topline, <math>H_{Tr}</math> [W/K]</b>	<b>1514.415</b>

#### Gubici topline kroz vanjski omotač zgrade

Popis građevnih dijelova koji ulaze u proračun  $H_D$

Naziv građevnog dijela	$(U + 0.05) \cdot A$
Z3 g-v	435.225
Z3 g-v SJEVER	151.975
Z3 n-v SJEVER	5.319
K1 g-v	60.602
K1 n-v	8.631

#### Gubici topline kroz vanjske otvore

Definirani otvori na vanjskom omotaču zgrade:

Naziv otvora	n	$A_w$	$U_w$	$H_D$
pr1 90/130 g-v	25.00	1.17	1.40	40.95
pr1 90/130 g-v SJEVER	10.00	1.17	1.40	16.38
pr2 85/130 g-v	10.00	1.11	1.40	15.54
pr3 145/130 g-v	10.00	1.89	1.40	26.46
pr4 150/130 g-v	5.00	1.95	1.40	13.65
pr5 170/130 g-v	5.00	2.21	1.40	15.47
pr6 330/230 g-v	10.00	7.59	1.40	106.26



pr7 250/230 g-v	5.00	5.75	1.40	40.25
pr8 460/230 g-v	5.00	10.58	1.40	74.06
pr9 170/230 g-v SJEVER	5.00	3.91	1.40	27.37
pr10 90/230 g-v SJEVER	5.00	2.07	1.40	14.49
pr11 85/230 g-v SJEVER	5.00	1.96	1.40	13.72
pr12 480/1348 n-v SJEVER	1.00	64.70	1.40	90.58
vr1 170/230 n-v SJEVER	1.00	3.91	1.40	5.47
vr2 100/220	30.00	2.20	2.00	132.00

## Proračun građevnih dijelova u kontaktu s tlom

### Korištene kratice:

K.p. – Koefficient toplinske provodljivosti nesmrznutog tla

R.i. – Odabrana rubna izolacija

## Grijani i negrijani podrumi

Gubitak	A [m <sup>2</sup> ]	P [m]	w [m]	Z [m]	II <sub>f</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	II <sub>bf</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	II <sub>bw</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	II <sub>w</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	II' [W/m <sup>2</sup> ]	h [m]	n	V [m <sup>3</sup> ]	II [W/m <sup>2</sup> ]	II <sub>σ</sub> [W/mK]	II <sub>σ</sub> [W/mK]
G1	404.59	85.20	50.50	-	0.35	0.16	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	1213.77	0.17	0.60	119.39

## Gubici topline kroz negrijane prostore

### Korištene kratice:

G.g.d. – Granični građevni dijelovi

G.o. – Granični otvori

Z. – Zrakopropusnost

R.b.	G.g.d.	G.o.	Z.	V [m <sup>3</sup> ]	n <sub>ue</sub>	b	H <sub>U</sub>
1	(1)	(a)	*	1942.32	1.00	0.56	328.67

(1) M1 g-n, Z5 g-n, K1 n-v, Z3 n-v SJEVER

(a) vr2 100/220, pr12 480/1348 n-v SJEVER, vr1 170/230 n-v SJEVER

\* Svi spojevi dobro zabrtvljeni, predviđeni manji otvori za ventilaciju.

## Gubici topline kroz susjedne zgrade

U promatranoj zoni nema definiranih gubitaka kroz susjedne zgrade.

### 13.8. Proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje

Potrebni podaci	Oznaka	Vrijednost	Mjerna jedinica
Oplošje grijanog dijela zgrade	A	3252.64	[m <sup>2</sup> ]
Obujam grijanog dijela zgrade	V <sub>e</sub>	5115.15	[m <sup>3</sup> ]
Obujam grijanog zraka (Propis o uštedi energije i toplinskoj zaštiti, čl.4, st.11)	V	4092.12	[m <sup>3</sup> ]
Faktor oblika zgrade	f <sub>o</sub>	0.64	[m <sup>-1</sup> ]
Ploština korisne površine grijanog dijela zgrade	A <sub>K</sub>	1557.10	[m <sup>2</sup> ]
Proračunska ploština korisne površine grijanog dijela	A <sub>K'</sub>	1557.10	[m <sup>2</sup> ]
Površina kondicionirane (grijane i hlađene) zone računane s vanjskim dimenzijama	A <sub>f</sub>	1705.05	[m <sup>2</sup> ]
Ukupna ploština pročelja	A <sub>uk</sub>	2124.09	[m <sup>2</sup> ]
Ukupna ploština prozora	A <sub>wuk</sub>	357.61	[m <sup>2</sup> ]

#### 13.8.1. Toplinski gubici

##### Uključivanje grijanja

Temperatura manja od 10 °C

##### a) Transmisijski gubici

Koeficijent transmisijskih gubitaka HT dobiven prema HRN EN ISO 13790	
$H_{Tr} = H_D + H_{g,avg} + H_U + H_A$	
<p>H<sub>D</sub> - Koeficijent transmisijske izmjene topline prema vanjskom okolišu  H<sub>g,avg</sub> - Uprosječni koeficijent transmisijske izmjene topline prema tlu  H<sub>U</sub> - Koeficijent transmisijske izmjene topline prema negrijanom prostoru  H<sub>A</sub> - Koeficijent transmisijske izmjene topline prema susjednoj zgradi</p>	
H <sub>Tr</sub> - Koeficijent transmisijske izmjene topline	1514.415 [W/K]

##### Dodatni transmisijski gubici kroz granice sa susjednim zonama

Granice sa susjednim zonama nisu definirane.

##### b) Gubici provjetranjem

Proračun protoka zraka	
Referentna površina zone	A = 1557.10 [m <sup>2</sup> ]
Neto volumen zone	V = 4092.12 [m <sup>3</sup> ]
Broj izmjena zraka pri nametnutoj razlici tlaka od 50 Pa	n <sub>50</sub> = 2.00 [h <sup>-1</sup> ]
Površina kanala	A <sub>duct</sub> = 0.00 [m <sup>2</sup> ]

Površina kanala smještenih unutar zone	$A_{\text{indoorduct}} = 0.00 \text{ [m}^2\text{]}$
Faktor zaštićenosti zgrade od vjetra	$e_{\text{wind}} = 0.03 \text{ [-]}$
Faktor zaštićenosti zgrade od vjetra	$f_{\text{wind}} = 20.00 \text{ [-]}$
Dnevno vrijeme korištenja zone	$t_{\text{Kor}} = 15.00 \text{ [h]}$
Dnevni broj sati rada sustava mehaničke ventilacije	$t_{\text{v,mech}} = 17.00 \text{ [h]}$
Minimalno potrebni volumni protok vanjskog zraka po jedinici površine	$V_A = 0.00 \text{ [m}^3\text{ / (hm}^2\text{)]}$
Minimalno potreban broj izmjena vanjskog zraka	$n_{\text{req}} = 0.50 \text{ [h}^{-1}\text{]}$

Mehanička ventilacija	
Minimalno potrebni volumni protok zraka	$V_{\text{req}} = 2046.06 \text{ [m}^3\text{ /h]}$
Faktor propuštanja razvodnih kanala	$C_{\text{ductleak}} = 1.15 \text{ [-]}$
Faktor propuštanja jedinice za obradu zraka	$C_{\text{AHUleak}} = 1.06 \text{ [-]}$
Koeficijent propuštanja u zonu	$C_{\text{indoorleak}} = 0.00 \text{ [-]}$
Koeficijent propuštanja izvan zone	$C_{\text{outdoorleak}} = 0.00$
Ukupni koeficijent propuštanja	$C_{\text{leak}} = 0.00 \text{ [-]}$
Broj izmjena zraka dovedenog meh. ventilacijom	$n_{\text{mech,sup}} = 0.00 \text{ [-]}$
Ukupni protok zraka koji propuštaju kanali	$V_{\text{duct,leak}} = 0.00 \text{ [m}^3\text{ /h]}$
Ukupni protok zraka koji propušta jedinica za obradu zraka	$V_{\text{AHU,leak}} = 0.00$
Volumni protok zraka dovedenog meh. ventilacijom u vremenu rada meh. ventilacije (za satnu metodu)	$V_{\text{mech,sup}} = 0.00 \text{ [m}^3\text{ /h]}$
Volumni protok zraka odvedenog meh. ventilacijom u vremenu rada meh. ventilacije (za satnu metodu)	$V_{\text{mech,ext}} = 0.00 \text{ [m}^3\text{ /h]}$

Infiltracija												
Faktor korekcije zbog mehaničke ventilacije	$f_{\text{v,mech}} = 0.00 \text{ [-]}$											
Broj izmjena zraka uslijed infiltracije - u mjesecu uprosječeni [h <sup>-1</sup> ]												
Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$n_{\text{inf H}}$	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
$n_{\text{inf C}}$	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06

Prozračivanje												
Korekcija izmjena zraka uslijed mehaničke ventilacije	$\Delta n_{\text{win,mech}} = 0.38 \text{ [h}^{-1}\text{]}$											
Korekcija izmjena zraka uslijed infiltracije - u mjesecu uprosječeni [h <sup>-1</sup> ]												
Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$\Delta n_{\text{win H}}$	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
$\Delta n_{\text{win C}}$	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38

Potrebna toplinska energija za ventilaciju/klimatizaciju [kWh]												
Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$Q_{\text{ve,inf,H}}$	23.64	23.43	18.03	11.04	0.40	-7.81	-13.22	-12.80	-2.38	5.42	14.63	21.83
$Q_{\text{ve,win,H}}$	126.51	124.04	91.70	51.72	-10.07	-57.72	-88.85	-85.27	-24.59	21.89	75.41	116.96
$Q_{\text{ve,H}}$	4654.77	4129.20	3401.82	1882.60	-299.69	-	-	-	-	846.59	2701.39	4302.36
$Q_{\text{ve,inf,C}}$	31.66	31.45	26.05	19.05	8.41	0.20	-5.21	-4.78	5.63	13.43	22.65	29.84
$Q_{\text{ve,win,C}}$	171.76	169.28	136.95	96.96	35.18	-12.47	-43.60	-40.02	20.66	67.14	120.66	162.20
$Q_{\text{ve,C}}$	6305.82	5620.47	5052.88	3480.39	1351.3	-	-	-	788.81	2497.64	4299.18	5953.42

### c) Ukupni gubici topline

Način grijanja	
Sustavi s prekidom rada noću	$\theta_{\text{int,set.H}} = 20.00 \text{ [}^\circ\text{C]}$

#### Mjesečni gubici topline [kWh]

Mjesec	Toplinski gubici hlađenja [kWh]	Toplinski gubici grijanja [kWh]	Koef. topl. gubitka za hlađenje [W/K]	Koef. topl. gubitka za
Siječanj	22841.72	17039.98	1943.12	1940.95
Veljača	20450.92	15208.37	1938.92	1935.01
Ožujak	18653.65	12848.92	1928.62	1918.90
Travanj	13122.09	7513.24	1916.75	1894.41
Svibanj	6816.21	33.41	2181.33	224.54
Lipanj	405.34	0.00	5629.42	1867.09
Srpanj	0.00	0.00	973.31	1798.62
Kolovoz	0.00	0.00	1841.92	1876.01
Rujan	5932.46	0.00	2929.61	1906.87
Listopad	9508.98	3695.05	1906.41	1836.60
Studeni	15743.80	10125.19	1934.37	1925.31
Prosinac	21556.67	15760.61	1945.11	1944.19

#### Godišnji gubici topline [kWh]

	Toplinski gubici hlađenja	Toplinski gubici grijanja
Godišnje	135031.86	82224.77

## 13.8.2. Toplinski dobici

### a) Solarni dobici

Solarni dobici topline se računaju za definirane otvore i građevne dijelove u projektu. Otvori su prikazani pod točkom 13.4. ovoga elaborata. Građevni dijelovi su prikazani pod točkom 13.3. ovoga elaborata.

Solarni toplinski dobici [kWh]												
Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$Q_{\text{sol,k}}$	2851	3348	3904	4541	2874	2947	3151	3133	3061	4415	2939	2711
$Q_{\text{sol,u,l}}$	-2	0	2	3	5	6	7	5	3	1	-1	-2
$Q_{\text{sol}}$	2849	3347	3906	4544	2880	2953	3157	3138	3064	4416	2938	2710

### Dodatni solarni dobici topline

Nema definiranih dodatnih solarnih dobitaka topline!

**b) Unutarnji dobici topline****Mjesečni unutarnji dobici topline**

Mj.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$Q_{int}$	5,792.41	5,231.86	5,792.41	5,605.56	5,792.41	5,605.56	5,792.41	5,792.41	5,605.56	5,792.41	5,605.56	5,792.41

**c) Ukupni dobici topline**

Ukupni dobici topline	
Unutarnji dobici topline	$Q_{int} = 68,200.98$ [kWh]
Solarni dobici topline	$Q_{sol} = 39,903.02$ [kWh]
Ostali dobici topline	$Q' = 0.00$ [MJ]

**Mjesečni dobici topline**

Mjesec	Toplinski dobici [MJ]	Toplinski dobici [kWh]
Siječanj	31109.45	8641.51
Veljača	30885.48	8579.30
Ožujak	34914.26	9698.41
Travanj	36539.87	10149.97
Svibanj	31219.35	8672.04
Lipanj	30812.47	8559.02
Srpanj	32219.62	8949.89
Kolovoz	32150.81	8930.78
Rujan	31208.97	8669.16
Listopad	36751.81	10208.84
Studeni	30755.26	8543.13
Prosinac	30607.07	8501.97

**Godišnji dobici topline**

	Toplinski dobici [MJ]	Toplinski dobici [kWh]
Godišnje	389174.43	108104.01

**13.8.3. Proračun potrebne topline za grijanje i hlađenje**

Izračunata plošna masa zgrade  $m' = 600.67$  [kg/m<sup>2</sup>].

Masivna zgrada, plošna masa zidova  $m' > 550$  kg/m<sup>2</sup>;  $C_m = 370000$  A<sub>f</sub> [kJ/K];  $C_m = 630868500.00$  [J/K]

**a) Potrebna energija za grijanje**

Omjer SATI u tjednu sa definiranom internom temperaturom  $f_{H,hr} = 0.71$

(Sustavi s prekidom rada noću)

Mjesec	$Q_{H,tr}$	$Q_{H,ve}$	$Q_{H,ht}$ [kWh]	$Q_{H,sol}$	$Q_{H,int}$	$Q_{H,gn}$ [kWh]	$\gamma_H$	$\eta_{H,gn}$	$\alpha_{red,H}$	$L_{H,m}$	$Q_{H,nd}$ [kWh]
MJESEČNO											
Siječanj	12,385	4,655	17,040	2,849	5,792	8,642	0.51	0.995	0.92	31.00	7,921
Veljača	11,079	4,129	15,208	3,347	5,232	8,579	0.56	0.990	0.91	28.00	6,279
Ožujak	9,447	3,402	12,849	3,906	5,792	9,698	0.75	0.957	0.88	31.00	3,029
Travanj	5,631	1,883	7,513	4,544	5,606	10,150	1.35	0.711	0.79	5.00	0
Svibanj	-266	-300	-566	2,880	5,792	8,672	1,000.00	0.001	0.71	0.00	0
Lipanj	-3,277	-1,966	-5,243	2,953	5,606	8,559	1,000.00	0.001	0.71	0.00	0
Srpanj	-5,668	-3,164	-8,832	3,157	5,792	8,950	1,000.00	0.001	0.71	0.00	0
Kolovoz	-5,875	-3,040	-8,915	3,138	5,792	8,931	1,000.00	0.001	0.71	0.00	0
Rujan	-821	-809	-1,630	3,064	5,606	8,669	1,000.00	0.001	0.71	0.00	0
Listopad	2,848	847	3,695	4,416	5,792	10,209	2.76	0.362	0.71	0.00	0
Studeni	7,424	2,701	10,125	2,938	5,606	8,543	0.84	0.931	0.87	20.00	1,049
Prosinac	11,458	4,302	15,761	2,710	5,792	8,502	0.54	0.992	0.92	31.00	6,835
UKUPNO											25113

## b) Potrebna energija za hlađenje

Temperatura unutar zgrade tijekom sezone hlađenja  $\theta_{int,set,C} = 24.00$  [°C]

Omjer DANA u tjednu sa definiranom internom temperaturom  $f_{c,day} = 1.00$

Mjesec	$Q_{C,tr}$	$Q_{C,ve}$	$Q_{C,ht}$ [kWh]	$Q_{C,sol}$	$Q_{C,int}$	$Q_{C,gn}$ [kWh]	$\gamma_C$	$\eta_{C,ls}$	$\alpha_{red,C}$	$Q_{C,nd}$ [kWh]
MJESEČNO										
Siječanj	16,536	6,306	22,842	2,849	5,792	8,642	0.38	0.378	1.00	0
Veljača	14,830	5,620	20,451	3,347	5,232	8,579	0.42	0.419	1.00	0
Ožujak	13,601	5,053	18,654	3,906	5,792	9,698	0.52	0.517	1.00	0
Travanj	9,642	3,480	13,122	4,544	5,606	10,150	0.77	0.737	1.00	0
Svibanj	5,465	1,351	6,816	2,880	5,792	8,672	1.27	0.949	1.00	1,891
Lipanj	37	-368	-331	2,953	5,606	8,559	1,000.00	1.000	1.00	7,432
Srpanj	-370	-1,513	-1,883	3,157	5,792	8,950	1,000.00	1.000	1.00	11,462
Kolovoz	-1,883	-1,389	-3,272	3,138	5,792	8,931	1,000.00	1.000	1.00	11,131
Rujan	5,144	789	5,932	3,064	5,606	8,669	1.46	0.973	1.00	3,863
Listopad	7,011	2,498	9,509	4,416	5,792	10,209	1.07	0.898	1.00	498
Studeni	11,445	4,299	15,744	2,938	5,606	8,543	0.54	0.538	1.00	0
Prosinac	15,603	5,953	21,557	2,710	5,792	8,502	0.39	0.394	1.00	0
UKUPNO										36277

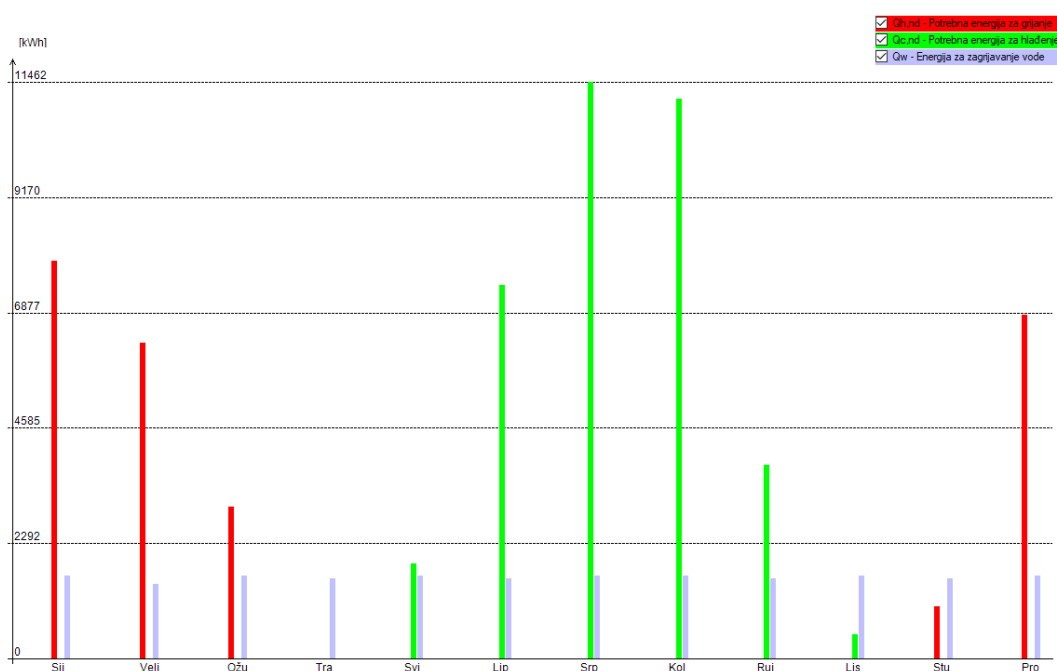
## c) Potrebna energija za zagrijavanje vode

Potrebni podaci	
Broj dana sezone grijanja - $d_g$	146.00 dan
Broj dana izvan sezone grijanja - $d_{ng}$	219.00 dan
Ploština korisne površine grijanog dijela zone - $A_k$	1557.10 m <sup>2</sup>
Tip zgrade: Stambena zgrada s 3 i manje stambene jedinice	

Specifična toplinska energija potrebna za pripremu PTV - $Q_{w,A,a}$	12.50 kWh/m <sup>2</sup> a
Potrebna toplinska energija za pripremu PTV (u sezoni grijanja) - Q	7785.50 kWh
Potrebna toplinska energija za pripremu PTV (izvan sezone)	11678.25 kWh
Potrebna godišnja toplinska energija za pripremu PTV - $Q_w$	19463.75 kWh

### 13.8.4. Rezultati proračuna

Rezultati proračuna potrebne toplinske energije za grijanje i toplinske energije za hlađenje prema poglavlju VII. Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, za zgradu grijanu na temperaturu 18°C ili više	
Oplošje grijanog dijela zgrade	$A = 3252.64 \text{ [m}^2\text{]}$
Obujam grijanog dijela zgrade	$V_e = 5115.15 \text{ [m}^3\text{]}$
Faktor oblika zgrade	$f_o = 0.64 \text{ [m}^{-1}\text{]}$
Ploština korisne površine grijanog dijela	$A_k = 1557.10 \text{ [m}^2\text{]}$
Proračunska ploština korisne površine grijanog dijela	$A_k' = 1557.10 \text{ [m}^2\text{]}$
Godišnja potrebna toplina za grijanje	$Q_{H,nd} = 25112.72 \text{ [kWh/a]}$
Godišnja potrebna toplina za grijanje po jedinici ploštine korisne površine (za stambene i nestambene zgrade)	$Q''_{H,nd} = 16.13 \text{ (max = 35.69) [kWh/m}^2\text{ a]}$
Godišnja potrebna toplina za grijanje po jedinici obujma grijanog dijela zgrade (za nestambene zgrade prosječne)	$Q'_{H,nd} = - \text{ (max = -) [kWh/m}^3\text{ a]}$
Godišnja potrebna energija za hlađenje	$Q_{C,nd} = 36276.81 \text{ [kWh/a]}$
Ukupna isporučena energija	$E_{del} = 0.00 \text{ [kWh/a]}$
Godišnja isporučena energija po jedinici ploštine korisne	$E''_{del} = \text{ [kWh/m}^2\text{ a]}$
Ukupna primarna energija	$E_{prim} = 0.00 \text{ [kWh/a]}$
Ukupna primarna energija po jedinice ploštine korisne	$E''_{prim} = 0.00 \text{ (max = 90.00) [kWh/m}^2\text{ a]}$
Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade	$H'_{tr,adj} = 0.47 \text{ (max = 0.69) [W/m}^2\text{ K]}$



Graf 13.1. Prikaz godišnje potrebne energije za grijanje i hlađenje

### 13.9. Iskaznica energetske svojstava zgrade

Prema poglavlju VI Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, za zgradu grijanu na temperaturu 18 °C ili više

Naziv zgrade ili dijela zgrade	Višestambena
Vrsta zgrade	Višestambena
Namjena zgrade	Stambeni dio
Mjesec i godina izrade projekta	Lipanj 2020. godine
Oplošje grijanog dijela zgrade $A$ (m <sup>2</sup> )	3252.64
Obujam grijanog dijela zgrade $V_e$ (m <sup>3</sup> )	5115.15
Faktor oblika zgrade $f_o$ (m <sup>-1</sup> )	0.64
Ploština korisne površine grijanog dijela zgrade $A_k$ (m <sup>2</sup> )	1557.10
Način grijanja (lokalno, etažno, centralno, mješovito)	Lokalno
Prosječna unutarnja projektna temperatura grijanja °C	20.00
Prosječna unutarnja projektna temperatura hlađenja °C	24.00
Meteorološka postaja s nadmorskom visinom	Split Marjan (122.00 m n.v.)
Srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade $\theta_{e,mj,min}$ (°C)	8.50
Srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najtoplijeg mjeseca na lokaciji zgrade $\theta_{e,mj,max}$ (°C)	25.00



<b>POTREBNA TOPLINSKA ENERGIJA ZA GRIJANJE I HLAĐENJE ZGRADE</b>		
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd}$ [kWh/a]	25112.72	
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade $Q''_{H,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	<i>najveća dopuštena</i>	<i>izračunata</i>
	35.69	16.13
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje $Q_{C,nd}$ [kWh/a]	36276.81	
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade $Q''_{C,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	<i>najveća dopuštena</i>	<i>izračunata</i>
	50.00	23.30
Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade $H_{tr,adj}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	<i>najveći dopušteni</i>	<i>izračunati</i>
	0.69	0.47

### 13.10. Primijenjene norme i propisi

#### POPIS HRVATSKIH NORMI I DRUGIH TEHNIČKIH SPECIFIKACIJA ZA PRORAČUNE GRAĐEVNIH DIJELOVA ZGRADE I ZGRADE KAO CJELINE

##### NORME ZA PRORAČUN

###### **HRN EN 410:2011**

Staklo u graditeljstvu -- Određivanje svjetlosnih i sunčanih značajka ostakljenja (EN 410:2011)

###### **HRN EN 673:2011**

Staklo u graditeljstvu -- Određivanje koeficijenta prolaska topline (U vrijednost) -- Proračunska metoda (EN 673:2011)

###### **HRN EN ISO 6946:2008**

Građevni dijelovi i građevni dijelovi zgrade -- Toplinski otpor i koeficijent prolaska topline -- Metoda proračuna (ISO 6946:2007; EN ISO 6946:2007)

###### **HRN EN ISO 9836:2011**

Standardi za svojstva zgrada -- Definiranje i proračun površina i prostora (ISO 9836:2011)

**HRN EN ISO 10077-1:2008**

Toplinska svojstva prozora, vrata i zaslona -- Proračun koeficijenta prolaska topline -- 1. dio: Općenito (ISO 10077-1:2006; EN ISO 10077-1:2006)

**HRN EN ISO 10077-1:2008/Ispr.1:2010**

Toplinska svojstva prozora, vrata i zaslona -- Proračun koeficijenta prolaska topline -- 1. dio: Općenito (ISO 10077-1:2006/Cor 1:2009; EN ISO 10077-1:2006/AC:2009)

**HRN EN ISO 10211:2008**

Toplinski mostovi u zgradarstvu -- Toplinski tokovi i površinske temperature -- Detaljni proračuni (ISO 10211:2007; EN ISO 10211:2007)

**HRN EN ISO 10456:2008**

Građevni materijali i proizvodi -- Svojstva s obzirom na toplinu i vlagu -- Tablične projektne vrijednosti i postupci određivanja nazivnih i projektnih toplinskih vrijednosti (ISO 10456:2007; EN ISO 10456:2007)

**HRN EN 12464-1:2012**

Svjetlo i rasvjeta -- Rasvjeta radnih mjesta -- 1. dio: Unutrašnji radni prostori (EN 12464-1:2011)

**HRN EN 12524:2002**

Građevni materijali i proizvodi -- Svojstva s obzirom na toplinu i vlagu -- Tablice projektnih vrijednosti (EN 12524:2000)

**HRN EN 12831:2004**

Sustavi grijanja u građevinama -- Postupak proračuna normiranoga toplinskog opterećenja (EN 12831:2003)

**HRN EN ISO 13370:2008**

Toplinske značajke zgrada -- Prijenos topline preko tla -- Metode proračuna (ISO 13370:2007; EN ISO 13370:2007)

**HRN EN 13779:2008**

Ventilacija u nestambenim zgradama -- Zahtjevi za sustave ventilacije i klimatizacije (EN 13779:2007)

**HRN EN ISO 13788:2002**

Značajke građevnih dijelova i građevnih dijelova zgrada s obzirom na toplinu i vlagu -- Temperatura unutarnje površine kojom se izbjegava kritična vlažnost površine i unutarnja kondenzacija -- Metode proračuna (ISO 13788:2001; EN ISO 13788:2001)

**HRN EN ISO 13789:2008**

Toplinske značajke zgrada -- Koeficijenti prijelaza topline transmisijom i ventilacijom -- Metoda proračuna (ISO 13789:2007; EN ISO 13789:2007)

**HRN EN ISO 13790:2008**

Energetska svojstva zgrada -- Proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora (EN ISO 13790:2008)

**HRN EN ISO 14683:2008**

Toplinski mostovi u zgradarstvu -- Linearni koeficijent prolaska topline -- Pojednostavljena metoda i utvrđene vrijednosti (ISO 14683:2007; EN ISO 14683:2007)

**HRN EN 15193:2008**

Energijska svojstva zgrade -- Energijski zahtjevi za rasvjetu (EN 15193:2007)

**HRN EN 15193:2008/Ispr.1:2011**

Energijska svojstva zgrade -- Energijski zahtjevi za rasvjetu (EN 15193:2007/AC:2010)

**HRN EN 15232:2012**

Energijske značajke zgrada -- Utjecaj automatizacije zgrada, nadzor i upravljanje zgradama (EN 15232:2012)

**HRN EN 15251:2008**

Ulazni mikroklimatski parametri za projektiranje i ocjenjivanje energijskih značajka zgrada koji se odnose na

kvalitetu zraka, toplinsku lagodnost, osvjetljenje i akustiku (EN 15251:2007)

**HRN EN 674:2012**

Staklo u graditeljstvu -- Određivanje koeficijenta prolaska topline (U-vrijednost) -- Metoda sa zaštićenom

vrućom pločom (EN 674:2011)

**HRN EN 1026:2001**

Prozori i vrata -- Propusnost zraka -- Metoda ispitivanja (EN 1026:2000)

**HRN EN 12207:2001**

Prozori i vrata -- Propusnost zraka -- Razredba (EN 12207:1999)

**HRN EN ISO 12412-2:2004**

Toplinske značajke prozora, vrata i zaslona -- Određivanje koeficijenta prolaska topline metodom vruće komore -- 2. dio: Okviri (EN 12412-2:2003)

**HRN EN ISO 12567-1:2011**

Toplinske značajke prozora i vrata -- Određivanje prolaza topline metodom vruće komore -- 1. dio: Prozori i vrata u cjelini (ISO 12567-1:2010+Cor 1:2010; EN ISO 12567-1:2010+AC:2010)

**HRN EN 13829:2002**

Toplinske značajke zgrada -- Određivanje propusnosti zraka kod zgrada -- Metoda razlike tlakova (ISO 9972:1996, preinačena; EN 13829:2000)

**ZAKONI, PRAVILNICI I PROPISI****Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama**

("Narodne novine" broj 128/15, 70/18, 73/18, 86/18)

**Zakon o gradnji**

("Narodne novine" broj 153/13, 20/17, 39/19)

**Zakon o građevnim proizvodima**

(„Narodne novine“ broj 76/13, 30/14, 130/17)

**Zakon o energetske učinkovitosti**

(„Narodne novine" broj 127/14)

**Tehnički propis za prozore i vrata**

(„Narodne novine" broj 69/06)

**Pravilnik o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju**

("Narodne novine" broj 88/17)

**Pravilnik o sustavnom gospodarenju energijom u javnom sektoru**

("Narodne novine" broj 18/15, 06/16)

**Pravilnik o kontroli energetske certifikata zgrade i izvješća o redovitom pregledu sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi**

("Narodne novine" broj 73/15)

**Pravilnik o osobama ovlaštenim za energetske certificiranje, energetske pregled zgrade i redoviti pregled sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi**

("Narodne novine" broj 73/15, 133/15)

**Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara**

("Narodne novine" broj 29/13; 87/15)

**Meteorološki podaci – primjenjuju se od 1. siječnja 2016**

**Metodologija provođenja energetske pregleda građevina (kolovoz 2017)**

**Algoritam za izračun energetske svojstva zgrada** (objavljen 15. svibnja 2017. - u obveznoj primjeni od 30. rujna 2017.)

- Faktori primarne energije i emisija CO<sub>2</sub> (u primjeni od 30. rujna 2017.)
- Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790
- Algoritam za određivanje energetske zahtjeva i učinkovitosti termotehničkih sustava u zgradama (Sustavi grijanja prostora i pripreme potrošne tople vode)
- Algoritam za određivanje energetske zahtjeva i učinkovitost termotehničkih sustava u zgradama (Sustavi kogeneracije, sustavi daljinskog grijanja, fotonaponski sustavi)
- Algoritam za određivanje energetske učinkovitosti sustava rasvjete u zgradama (Energetske zahtjevi za rasvjetu)

## **14. LITERATURA**

- [1] EN 1991, Eurokod: Osnove projektiranja konstrukcija
- [2] EN 1991, Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije
- [3] EN 1992, Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija
- [4] EN 1998, Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija
- [5] A. Harapin, J. Radnić: Osnove betonskih konstrukcija, interna skripta; Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Split
- [6] I. Tomičić: Betonske konstrukcije – treće izmijenjeno i dopunjeno izdanje, Zagreb, 1996

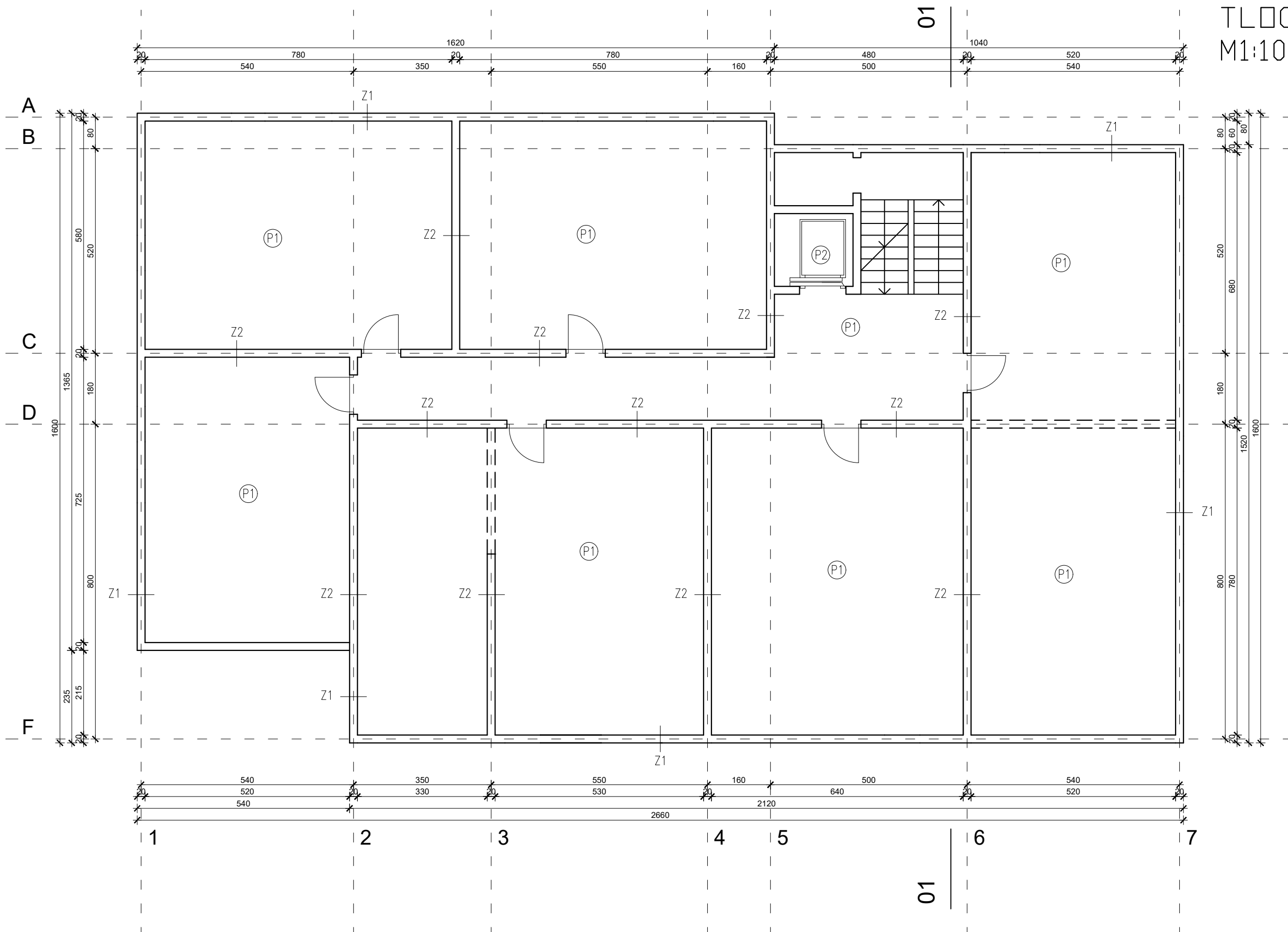
### **Računalni programi:**


- 1. AutoCAD 2018
- 2. SCIA Engineer 19.1
- 3. KI Expert Plus
- 4. Microsoft Word
- 5. Microsoft Excel

## 15. GRAFIČKI PRILOZI

PRILOG 1	Tlocrt podruma	M1:100
PRILOG 2	Tlocrt prizemlja	M1:100
PRILOG 3	Tlocrt karakterističnog kata	M1:100
PRILOG 4	Tlocrt krova	M1:100
PRILOG 5	Presjek 1-1	M1:100
PRILOG 6	Južno pročelje	M1:100
PRILOG 7	Sjeverno pročelje	M1:100
PRILOG 8	Istočno pročelje	M1:100
PRILOG 9	Zapadno pročelje	M1:100
PRILOG 10	Armatura temeljne ploče (donja zona)	M1:100
PRILOG 11	Armature temeljne ploče (gornja zona)	M1:100
PRILOG 12	Armatura međukatne ploče – prizemlje (donja zona)	M1:100
PRILOG 13	Armatura međukatne ploče – prizemlje (gornja zona)	M1:100
PRILOG 14	Armatura međukatne ploče – katovi (donja zona)	M1:100
PRILOG 15	Armatura međukatne ploče – katovi (gornja zona)	M1:100
PRILOG 16	Armatura krovne ploče (donja zona)	M1:100
PRILOG 17	Armatura krovne ploče (gornja zona)	M1:100
PRILOG 18	Plan armatura međukatne i krovne grede	M1:10
PRILOG 19	Armatura stubišta	M1:20
PRILOG 20	Presjek dimenzioniranog zida	M1:10

TLOCRT PODRUMA  
M1:100



 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr	
DIPLOMSKI RAD	
Tema:	STATIČKI PRORAČUN NOSIVE BETONSKE KONSTRUKCIJE
Student:	Dalibor Bečić datum: 05/2020.
Sadržaj:	TLOCRT PODRUMA mjerilo: M 1:100
Broj priloga:	PRILOG 1

# TLOCRT PRIZEMLJA

## M1:100

01

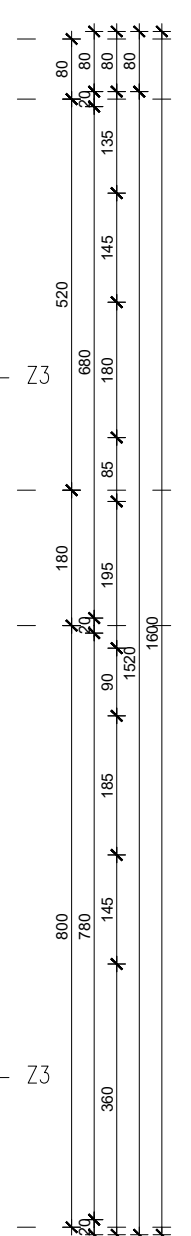
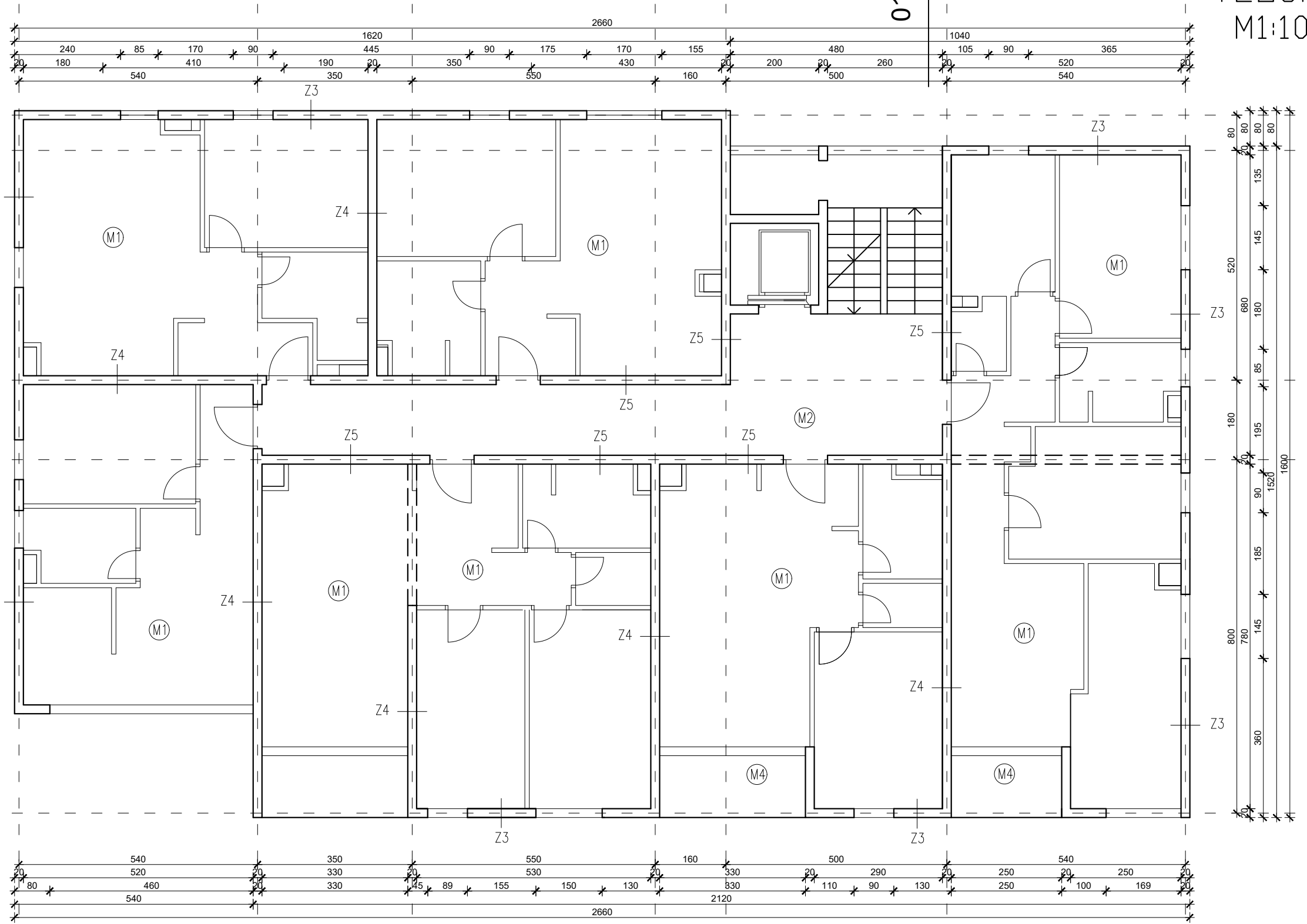
01


A  
B

C

D

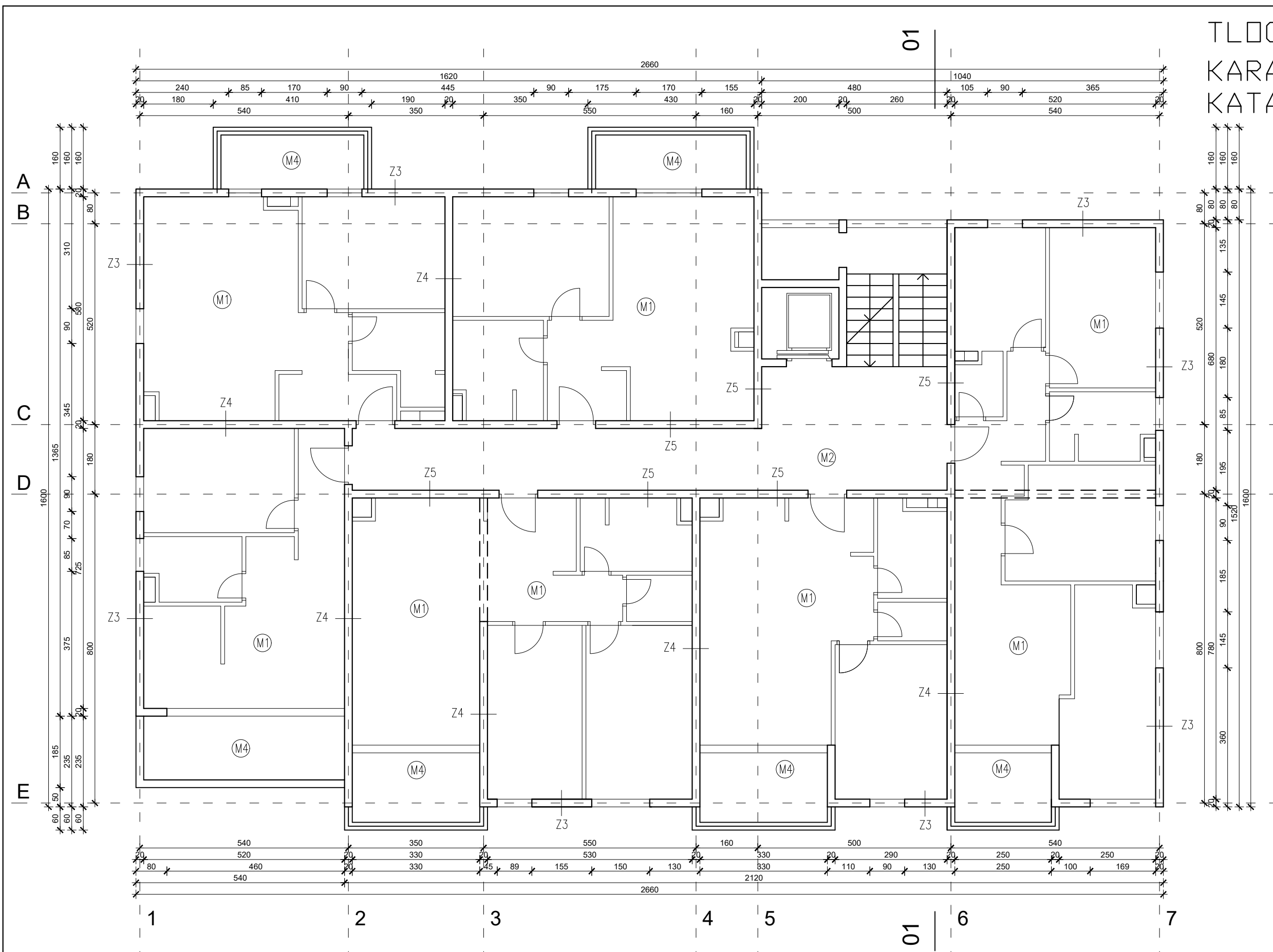
E




	<b>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE</b> Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT    www.gradst.hr	
	<b>DIPLOMSKI RAD</b>	
Tema:	STATIČKI PRORAČUN NOSIVE BETONSKE KONSTRUKCIJE	
Student:	Dalibor Bečić	datum: 05/2020.
Sadržaj:	TLOCRT PRIZEMLJA	mjerilo: M 1:100
Broj priloga:		PRILOG 2



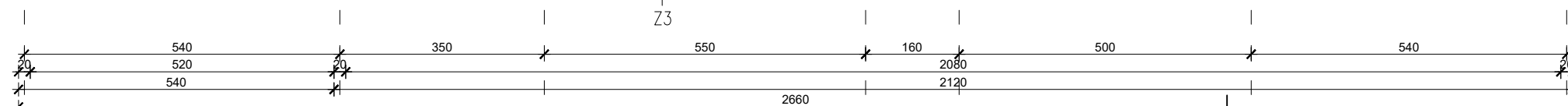
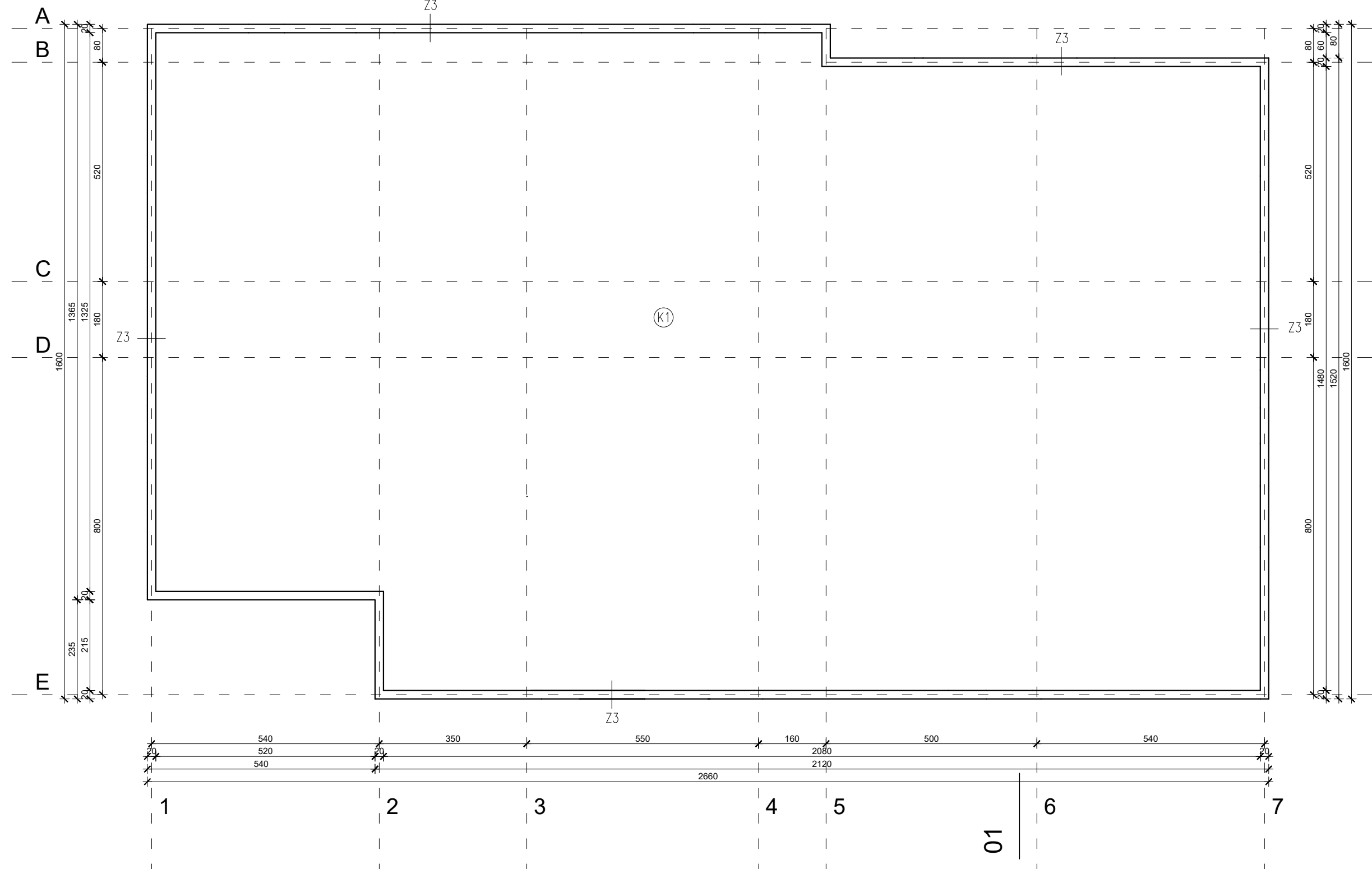
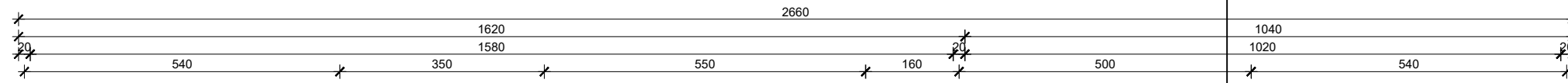
TLOCRT  
KARAKTERISTIČNOG  
KATA M1:100




	FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT <a href="http://www.gradst.hr">www.gradst.hr</a>	
	DIPLOMSKI RAD	
Tema:	STATIČKI PRORAČUN NOSIVE BETONSKE KONSTRUKCIJE	
Student:	Dalibor Bečić	datum: 05/2020.
Sadržaj:	TLOCRT KARAKTERISTIČNOG KATA	mjerilo: M 1:100
Broj priloga:		PRILOG 3

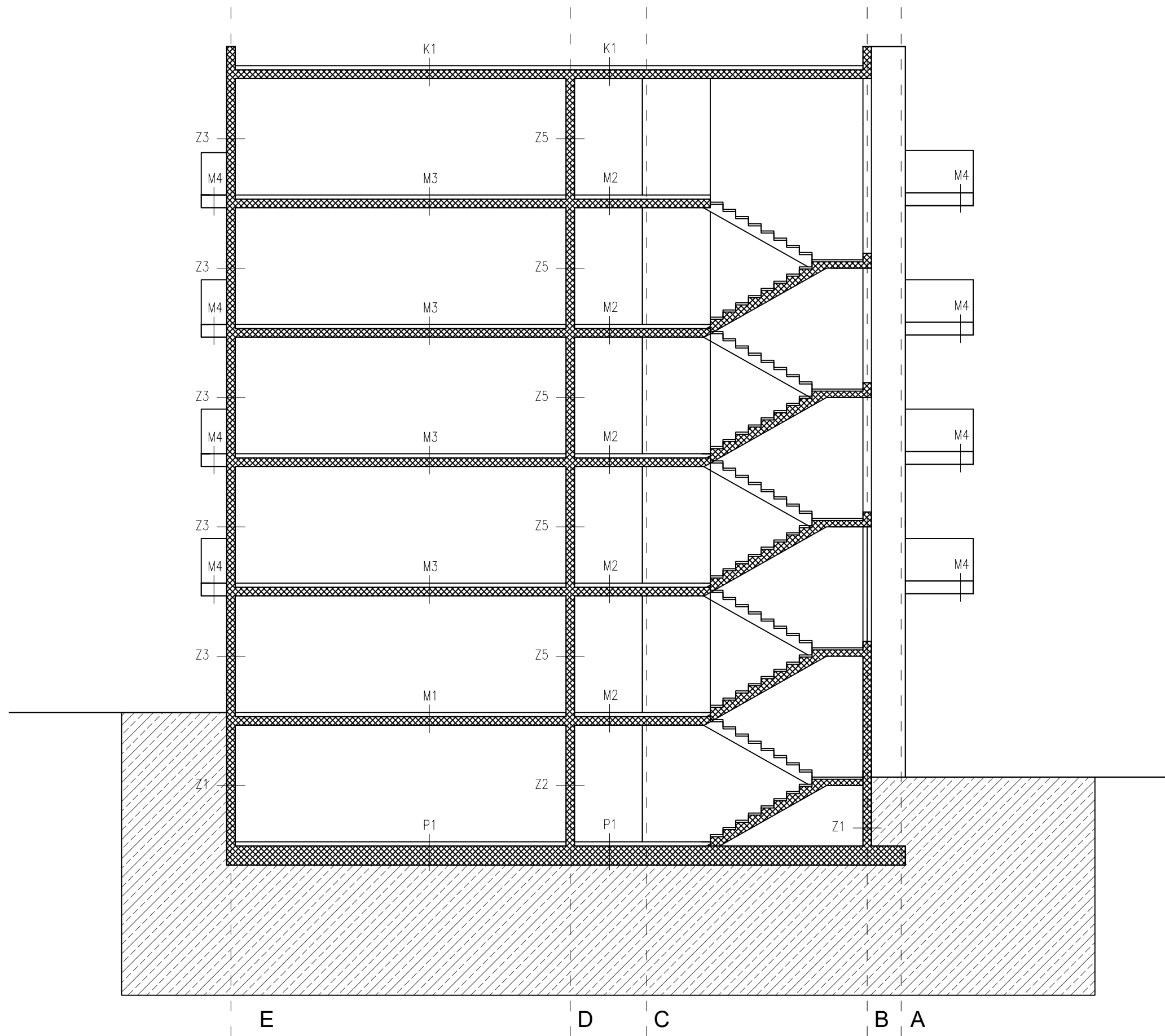
TLOCRT KROVA  
M1:100


01



 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT <a href="http://www.gradst.hr">www.gradst.hr</a>	
DIPLOMSKI RAD	
Tema:	STATIČKI PRORAČUN NOSIVE BETONSKE KONSTRUKCIJE
Student:	Dalibor Bečić <span style="float: right;">datum: 05/2020.</span>
Sadržaj:	TLOCRT KROVA <span style="float: right;">mjerilo: M 1:100</span>
Broj priloga:	PRILOG 4

PRESJEK 1-1  
M1:100



	FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT    www.gradst.hr	
	DIPLOMSKI RAD	
Tema:	STATIČKI PRORAČUN NOSIVE BETONSKE KONSTRUKCIJE	
Student:	Dalibor Bečić	datum: 05/2020.
Sadržaj:	PRESJEK 1 - 1	mjerilo: M 1:100
Broje priloga:		PRILOG 5

# JUŽNO PROČELJE M1:100

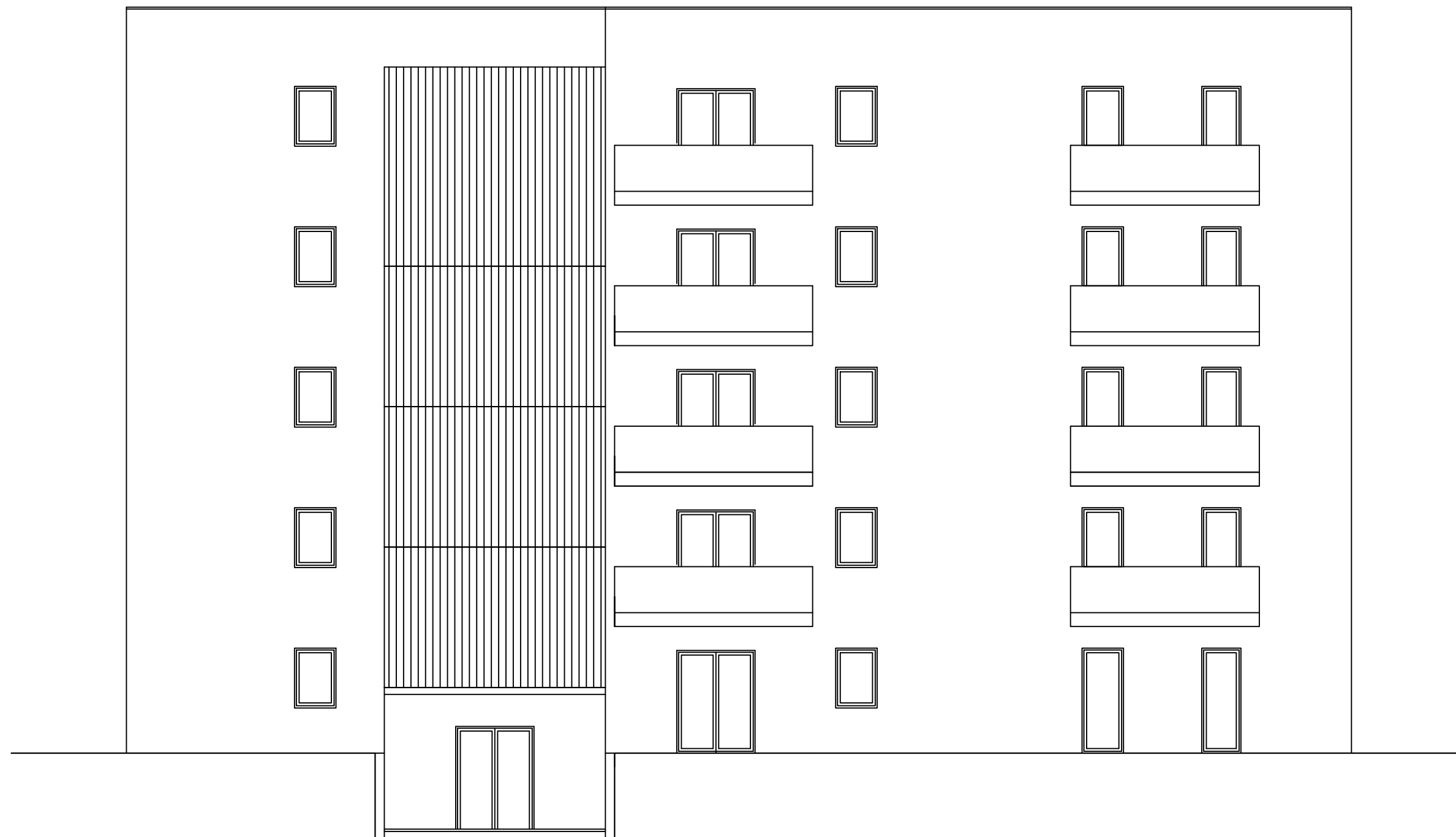


FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT [www.gradst.hr](http://www.gradst.hr)

DIPLOMSKI RAD

Tema:	STATIČKI PRORAČUN NOSIVE BETONSKE KONSTRUKCIJE	datum: 05/2020.
Student:	Dalibor Bečić	mjerilo: M 1:100
Sadržaj:	JUŽNO PROČELJE	PRILOG 6
Broj priloga:		

# SJEVERNO PROČELJE M1:100

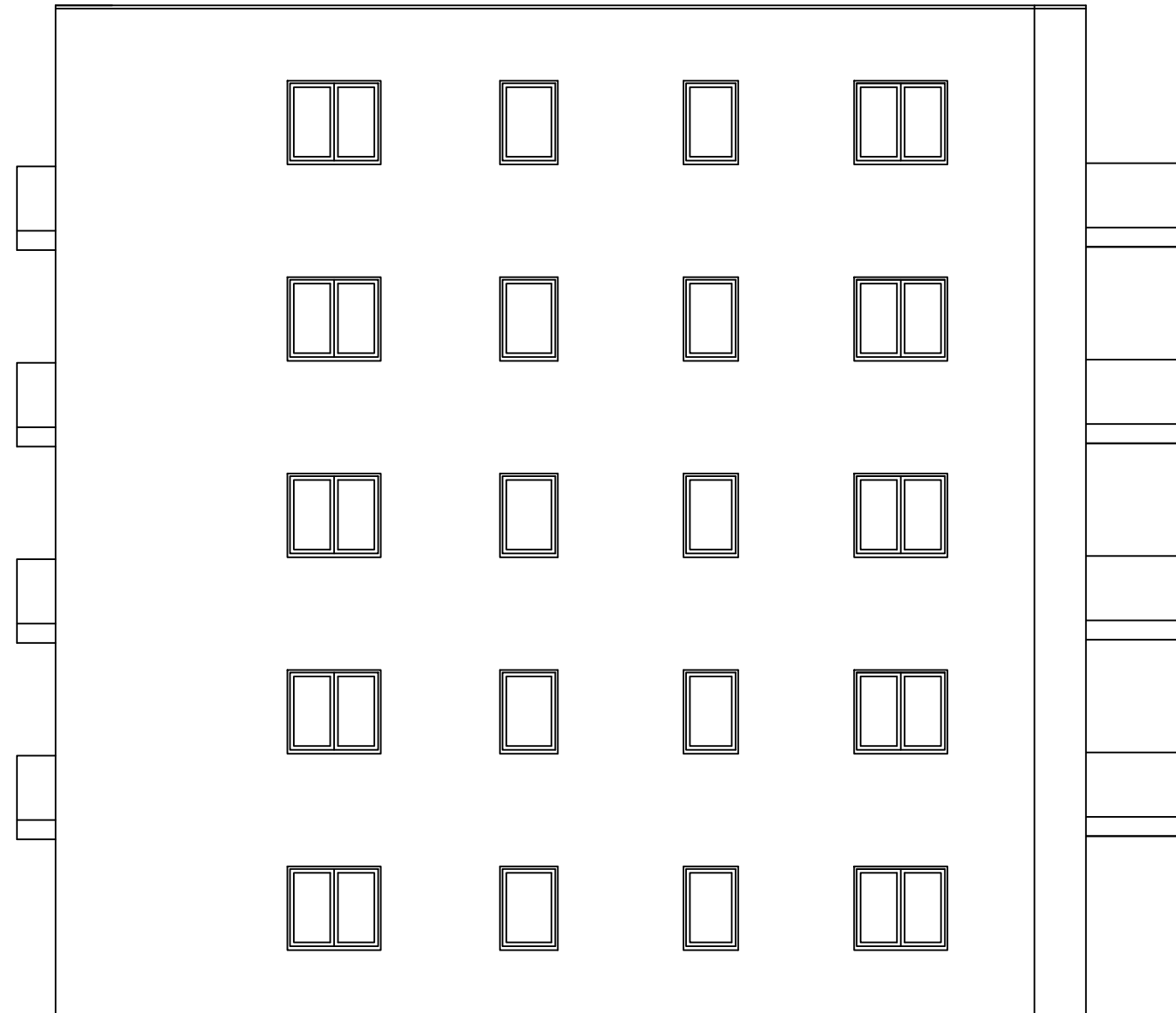


FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT [www.gradst.hr](http://www.gradst.hr)

## DIPLOMSKI RAD

Tema:	STATIČKI PRORAČUN NOSIVE BETONSKE KONSTRUKCIJE	datum:	05/2020.
Student:	Dalibor Bečić	mjerilo:	M 1:100
Sadržaj:	SJEVERNO PROČELJE	Broj priloga:	PRILOG 7

ISTOČNO PROČELJE M1:100

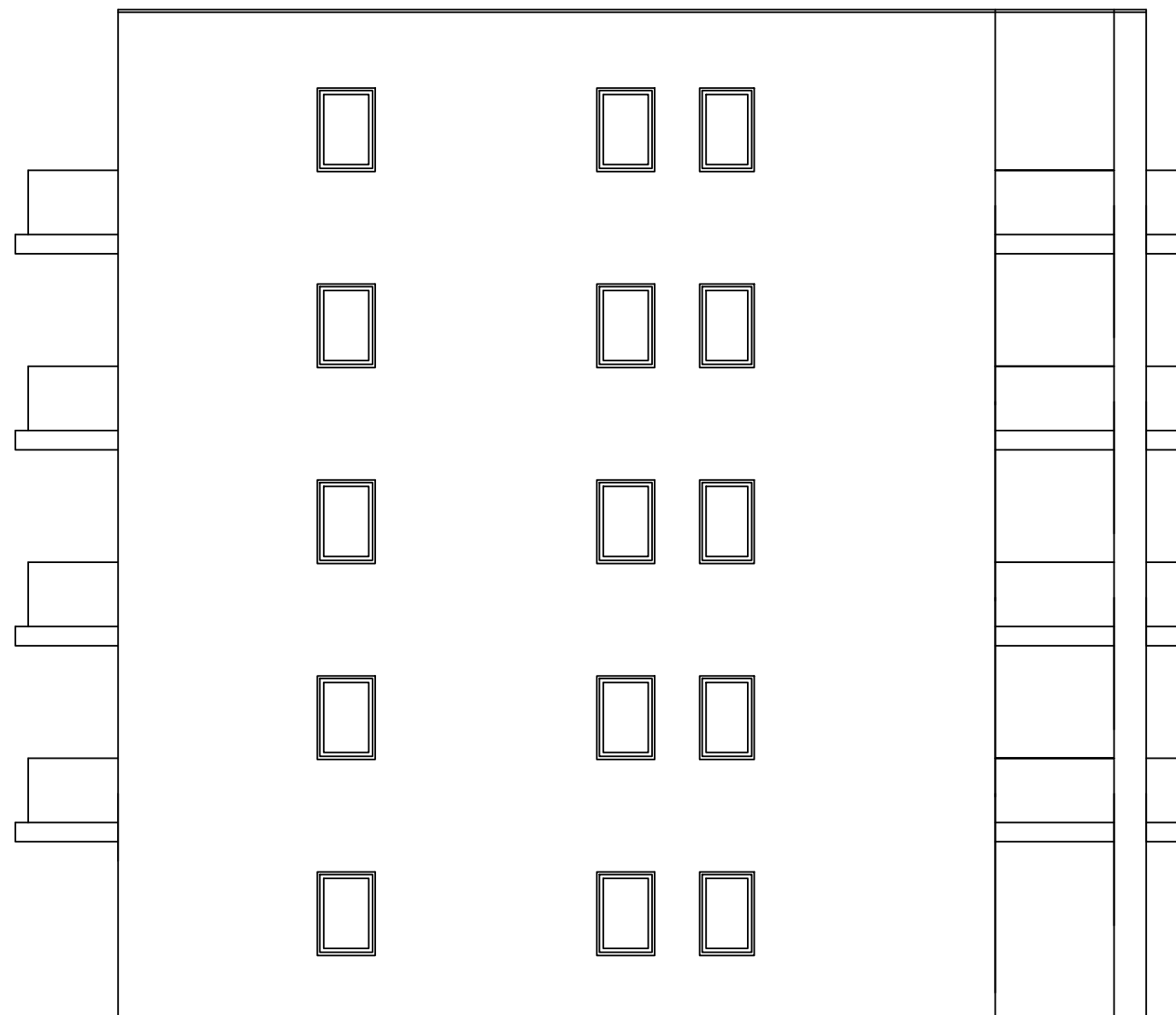


FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT [www.gradst.hr](http://www.gradst.hr)

DIPLOMSKI RAD

Tema:	STATIČKI PRORAČUN NOSIVE BETONSKE KONSTRUKCIJE	datum:	05/2020.
Student:	Dalibor Bečić	mjerilo:	M 1:100
Sadržaj:	ISTOČNO PROČELJE	Broj priloga:	PRILOG 8

# ZAPADNO PROČELJE M1:100

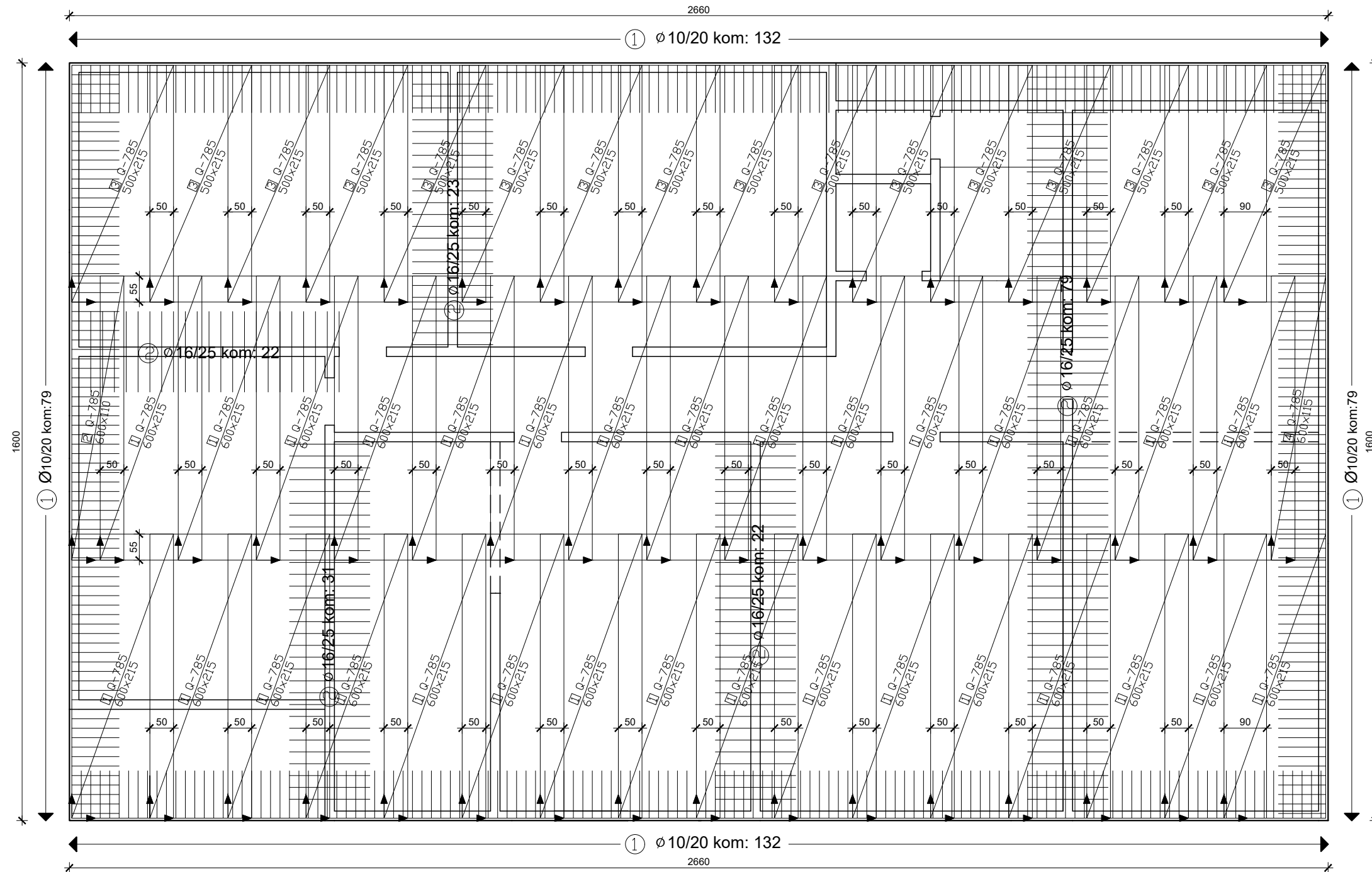


FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT [www.gradst.hr](http://www.gradst.hr)

DIPLOMSKI RAD

Tema:	STATIČKI PRORAČUN NOSIVE BETONSKE KONSTRUKCIJE	datum:	05/2020.
Student:	Dalibor Bečić	mjerilo:	M 1:100
Sadržaj:	ZAPADNO PROČELJE	Broj priloga:	PRILOG 9

# ARMATURA TEMELJNE PLOČE (donja zona) M1:100



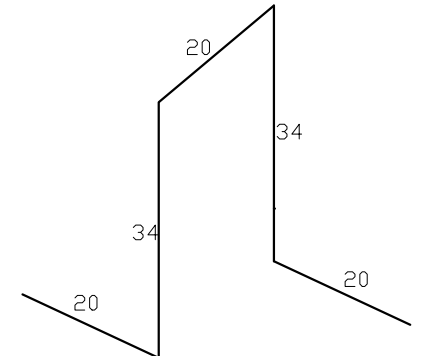
## ISKAZ MREŽASTE ARMATURE Čelik B500B

POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KDM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q-785		600x215	31	12,46	4982,8
2	Q-785		600x110	1	12,46	82,2
3	Q-785		500x215	16	12,46	2143,1
4	Q-785		600x115	1	12,46	86,0
UKUPNO:						7295 kg

## ISKAZ REBRASTE ARMATURE Čelik B500B

POZ.	OBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m)	KDM.	L (cm)	MASA (kg)
1		10	0,649	422	234	640,9
2		16	1,638	177	170	492,9
3		8	0,409	1700	128	890,0
UKUPNO:						2024 kg

## JAHAČ M1:10



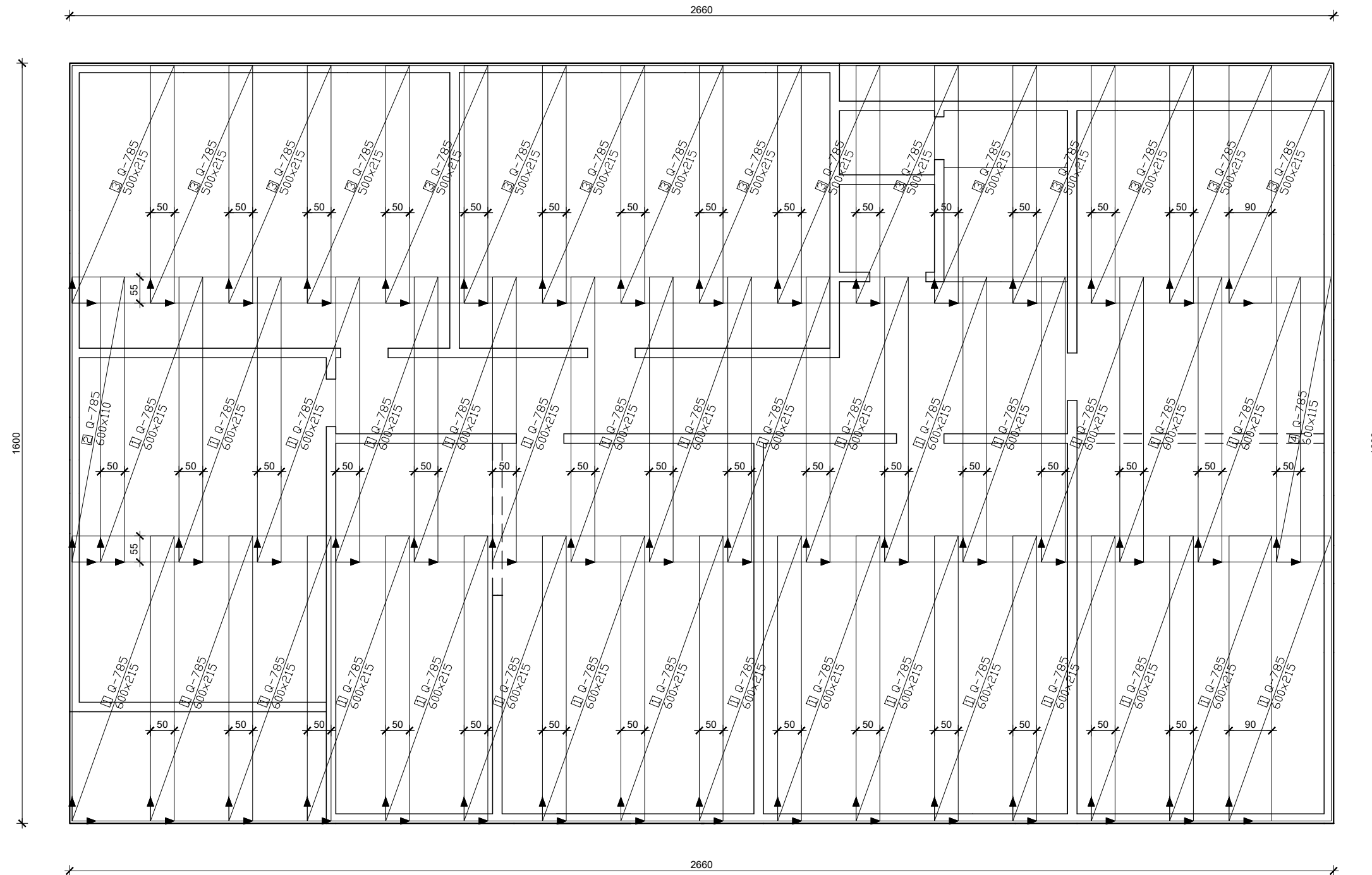
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr

### DIPLOMSKI RAD

Tema: STATIČKI PRORAČUN NOSIVE BETONSKE KONSTRUKCIJE  
 Student: Dalibor Bečić datum: 05/2020.  
 Sadržaj: ARMATURA TEMELJNE PLOČE - donja zona mjerilo: M 1:100  
 Broje priloga: PRILOG 10



# ARMATURA TEMELJNE PLOČE (gornja zona) M1:100



ISKAZ MREŽASTE ARMATURE Čelik B500B						
POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KDM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q-785		600x215	31	12,46	4982,8
2	Q-785		600x110	1	12,46	82,2
3	Q-785		500x215	16	12,46	2143,1
4	Q-785		600x115	1	12,46	86,0
UKUPNO:					7295	kg

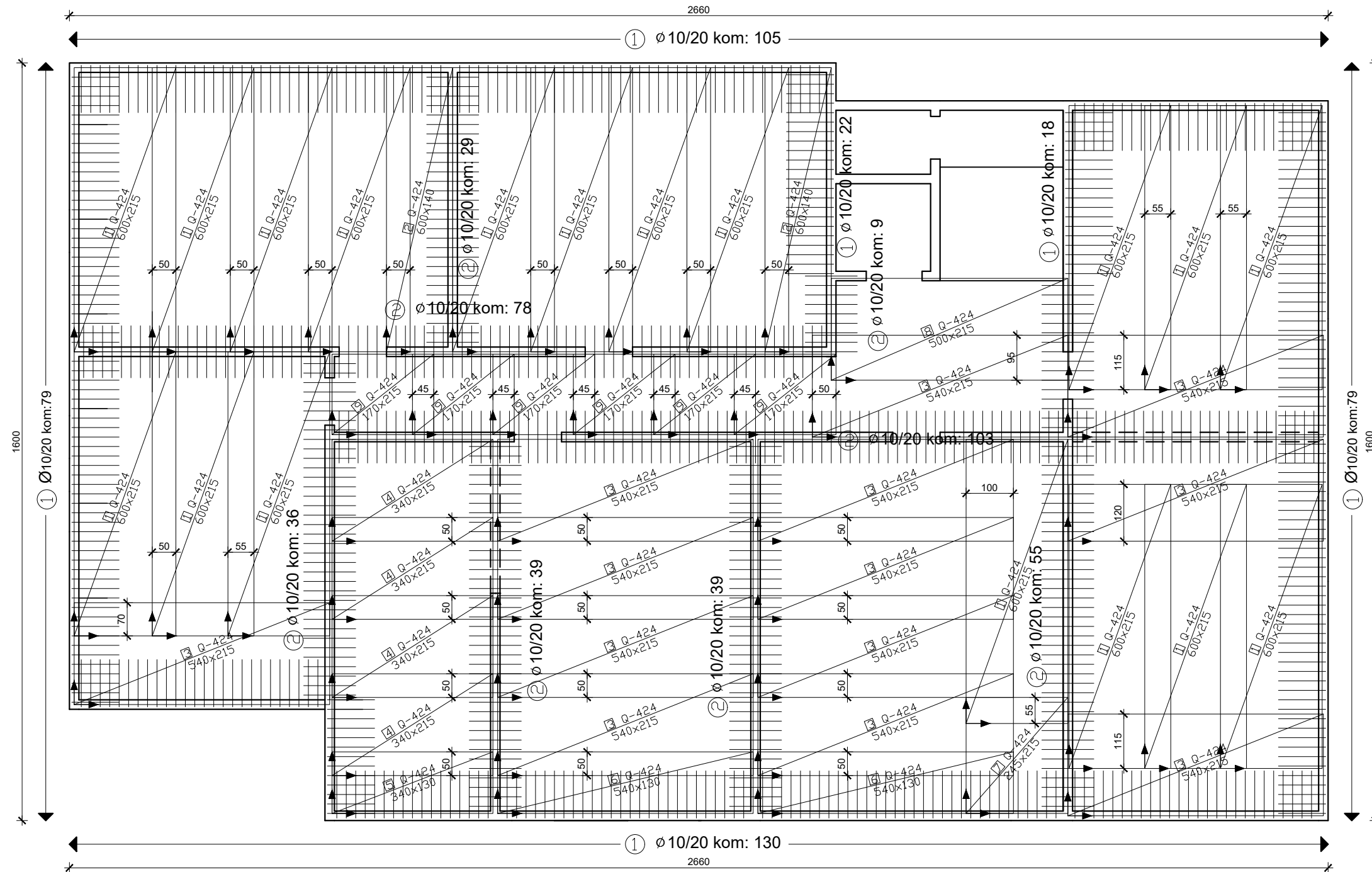


FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT [www.gradst.hr](http://www.gradst.hr)

## DIPLOMSKI RAD

Tema: STATIČKI PRORAČUN NOSIVE BETONSKE KONSTRUKCIJE  
 Student: Dalibor Bečić datum: 05/2020.  
 Sadržaj: ARMATURA TEMELJNE PLOČE - gornja zona mjerilo: M 1:100  
 Broje priloga: PRILOG 11

# ARMATURA MEĐUKATNE PLOČE-PRIZEMLJE (donja zona) M1:100



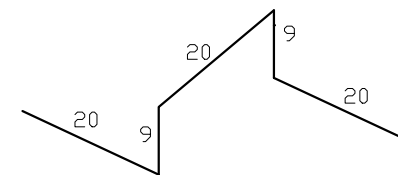
ISKAZ MREŽASTE ARMATURE  
Čelik B500B

POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KDM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q-424		600x215	18	6,81	1581,3
2	Q-424		600x140	2	6,81	114,4
3	Q-424		540x215	13	6,81	1027,8
4	Q-424		340x215	4	6,81	199,1
5	Q-424		340x130	1	6,81	30,1
6	Q-424		540x130	2	6,81	95,6
7	Q-424		245x215	1	6,81	35,9
8	Q-424		500x215	1	6,81	73,2
9	Q-424		170x215	6	6,81	149,3
UKUPNO:						3308 kg

ISKAZ REBRASTE ARMATURE  
Čelik B500B

POZ.	OBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m)	KDM.	L (cm)	MASA (kg)
①		10	0,649	433	209	587,3
②		10	0,649	388	110	277,0
③		8	0,409	920	78	293,5
UKUPNO:						1158 kg

**JAHAČ  
M1:10**

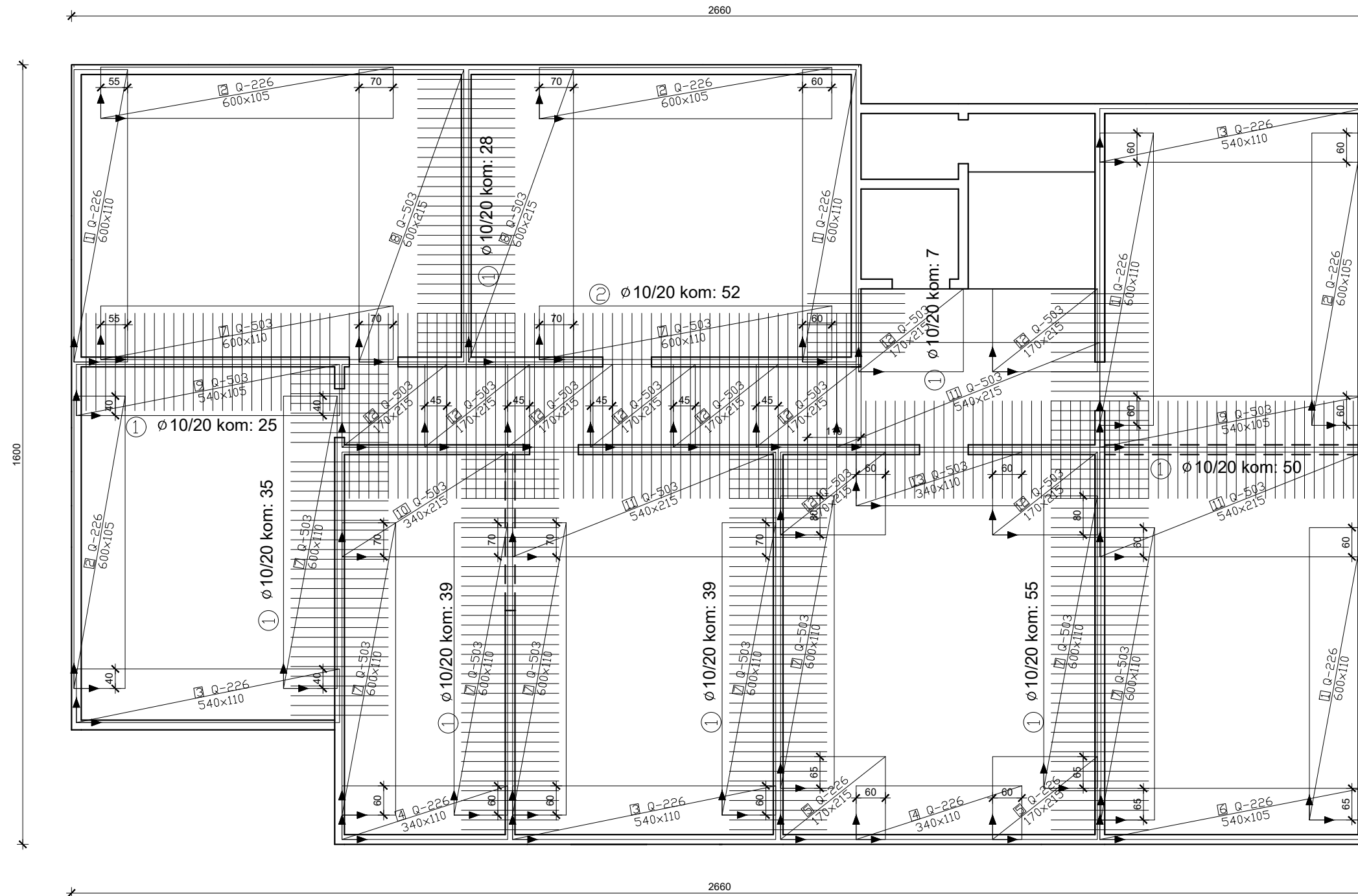


FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr

DIPLOMSKI RAD

Tema: STATIČKI PRORAČUN NOSIVE BETONSKE KONSTRUKCIJE  
 Student: Dalibor Bečić datum: 05/2020.  
 Sadržaj: ARMATURA MEĐUKATNE PLOČE - donja zona mjerilo: M 1:100  
 Broje priloga: PRILOG 12

# ARMATURA MEĐUKATNE PLOČE-PRIZEMLJE (gornja zona) M1:100



ISKAZ MREŽASTE ARMATURE Čelik B500B						
POZ.	TIP MREŽE	DBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q-226		600x110	4	3,63	95,8
2	Q-226		600x105	4	3,63	91,5
3	Q-226		540x110	3	3,63	64,7
4	Q-226		340x110	2	3,63	27,2
5	Q-226		170x215	2	3,63	26,5
6	Q-226		540x105	1	3,63	20,6
7	Q-503		600x110	10	8,03	530,0
8	Q-503		600x215	2	8,03	207,2
9	Q-503		540x105	2	8,03	91,1
10	Q-503		340x215	1	8,03	58,7
11	Q-503		540x215	3	8,03	279,7
12	Q-503		170x215	10	8,03	293,5
13	Q-503		340x110	1	8,03	30,0
UKUPNO:					1812	kg

ISKAZ REBRASTE ARMATURE Čelik B500B						
POZ.	DBLIK	$\phi$	JED. MASA (kg/m)	KOM.	L (cm)	MASA (kg)
①	200	10	0,649	278	200	587,3
②	380	10	0,649	52	110	277,0
③		8	0,409	1550	78	494,5
UKUPNO:					1359	kg

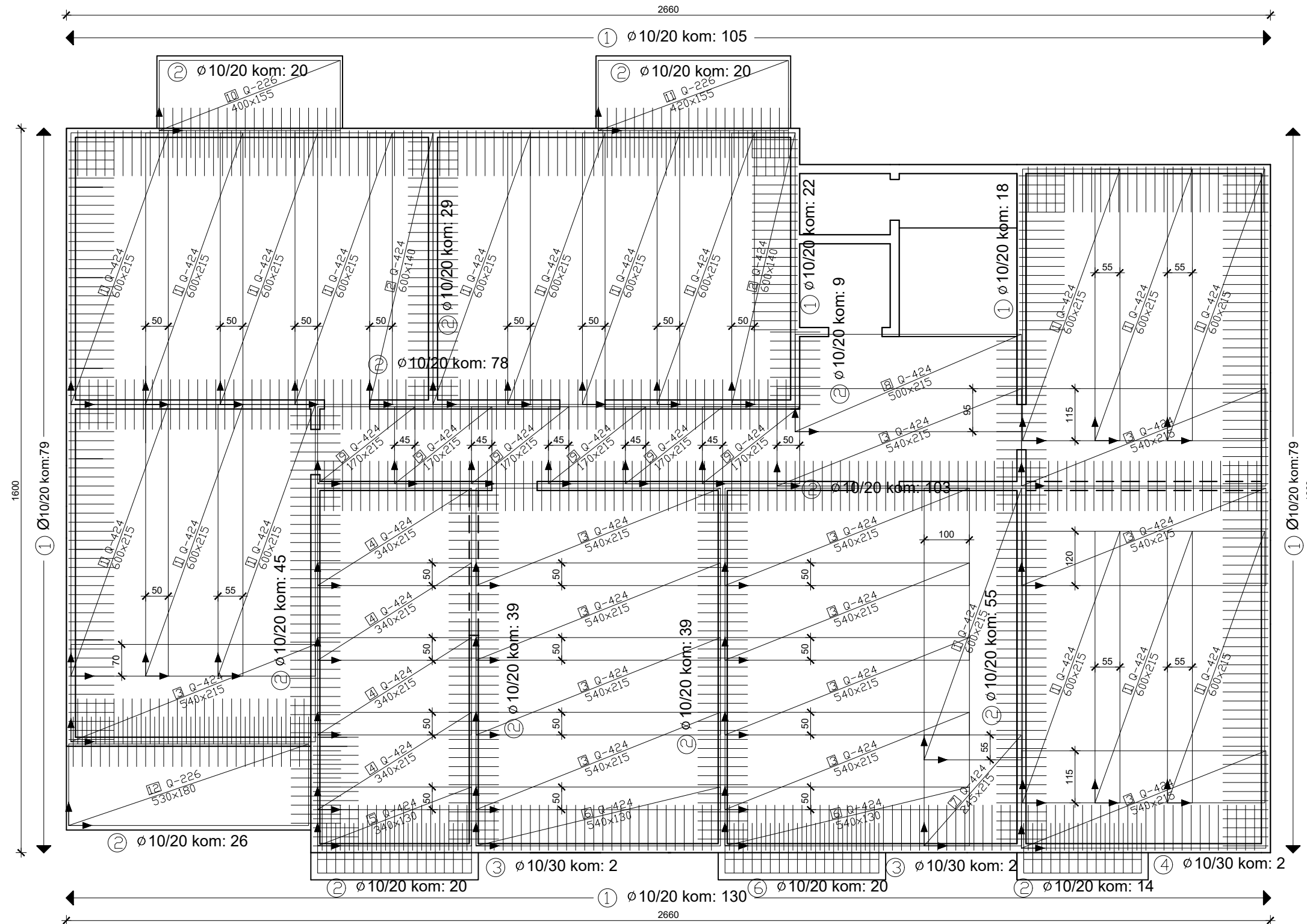


FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr

## DIPLOMSKI RAD

Tema: STATIČKI PRORAČUN NOSIVE BETONSKE KONSTRUKCIJE  
 Student: Dalibor Bečić datum: 05/2020.  
 Sadržaj: ARMATURA MEĐUKATNE PLOČE - gornja zona mjerilo: M 1:100  
 Broje priloga: PRILOG 13

# ARMATURA MEĐUKATNE PLOČE-KATOVI (donja zona) M1:100



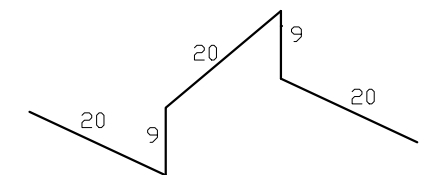
ISKAZ MREŽASTE ARMATURE  
Čelik B500B

POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KDM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q-424		600x215	18	6,81	1581,3
2	Q-424		600x140	2	6,81	114,4
3	Q-424		540x215	13	6,81	1027,8
4	Q-424		340x215	4	6,81	199,1
5	Q-424		340x130	1	6,81	30,1
6	Q-424		540x130	2	6,81	95,6
7	Q-424		245x215	1	6,81	35,9
8	Q-424		500x215	1	6,81	73,2
9	Q-424		170x215	6	6,81	149,3
10	Q-226		400x155	1	3,63	22,5
11	Q-226		420x155	1	3,63	23,6
12	Q-226		530x180	1	3,63	34,6
UKUPNO:					3388	kg

ISKAZ REBRASTE ARMATURE  
Čelik B500B

POZ.	OBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m)	KDM.	L (cm)	MASA (kg)	
①		100	0,649	433	209	587,3	
②		110	0,649	517	110	369,1	
③		340	0,649	4	340	8,8	
④		260	0,649	2	260	3,4	
⑤		20	0,409	920	78	293,5	
UKUPNO:						1262	kg

**JAHAČ  
M1:10**

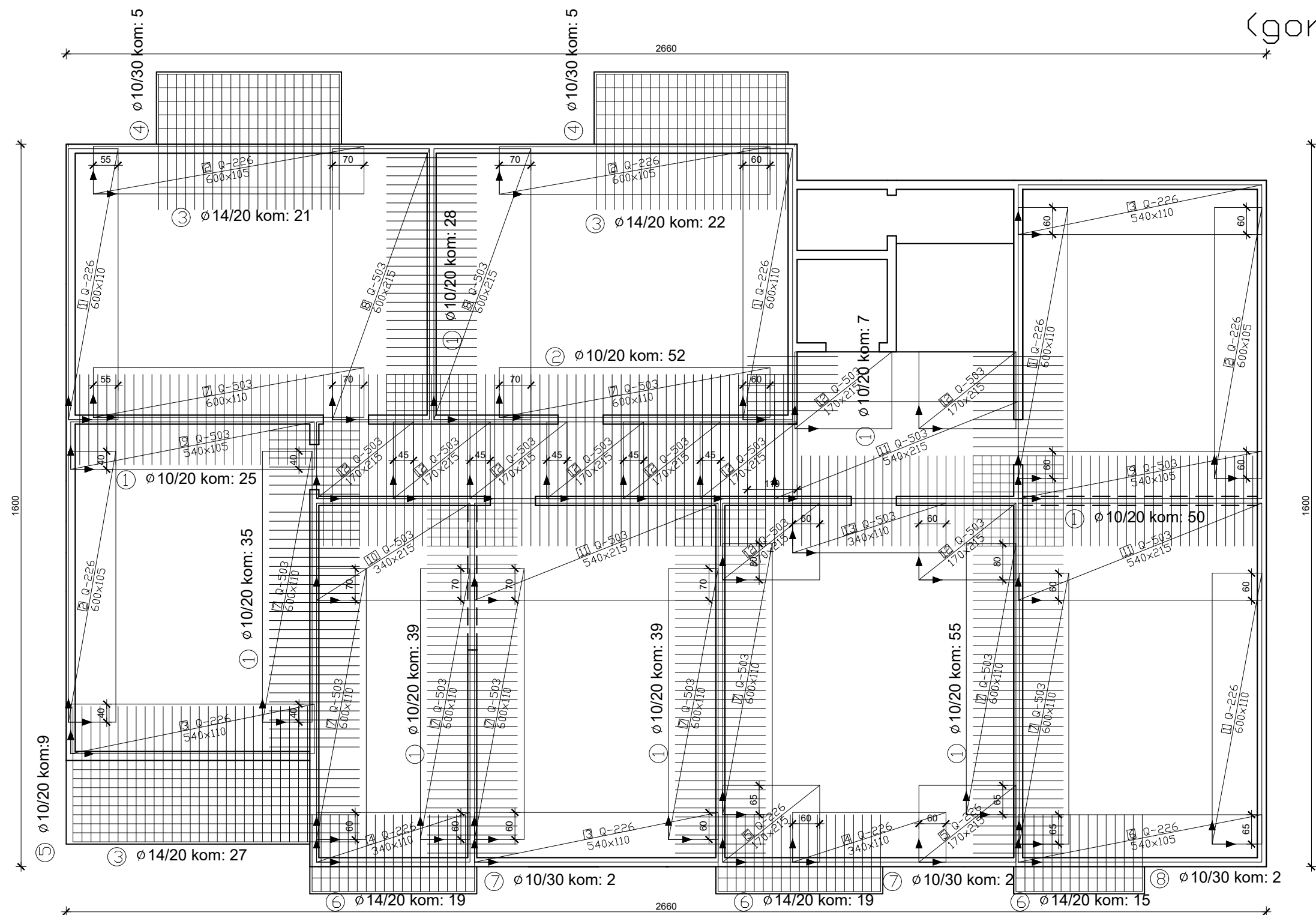


FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr

DIPLOMSKI RAD

Tema: STATIČKI PRORAČUN NOSIVE BETONSKE KONSTRUKCIJE  
 Student: Dalibor Bečić datum: 05/2020.  
 Sadržaj: ARMATURA MEĐUKATNE PLOČE - donja zona mjerilo: M 1:100  
 Broje priloga: PRILOG 14

# ARMATURA MEĐUKATNE PLOČE-KATOVI (gornja zona) M1:100



## ISKAZ MREŽASTE ARMATURE Čelik B500B

POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KDM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q-226		600x110	4	3,63	95,8
2	Q-226		600x105	4	3,63	91,5
3	Q-226		540x110	3	3,63	64,7
4	Q-226		340x110	2	3,63	27,2
5	Q-226		170x215	2	3,63	26,5
6	Q-226		540x105	1	3,63	20,6
7	Q-503		600x110	10	8,03	530,0
8	Q-503		600x215	2	8,03	207,2
9	Q-503		540x105	2	8,03	91,1
10	Q-503		340x215	1	8,03	58,7
11	Q-503		540x215	3	8,03	279,7
12	Q-503		170x215	10	8,03	293,5
13	Q-503		340x110	1	8,03	30,0
UKUPNO:					1812	kg

## ISKAZ REBRASTE ARMATURE Čelik B500B

POZ.	OBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m)	KDM.	L (cm)	MASA (kg)
①		200	10	0,649	278	360,8
②		380	10	0,649	52	128,2
③		300	14	1,250	70	352
④		400	10	0,649	10	26,0
⑤		635	10	0,649	9	37,1
⑥		170	14	1,250	53	222
⑦		360	10	0,649	4	9,3
⑧		280	10	0,649	2	3,6
UKUPNO:					1020	kg

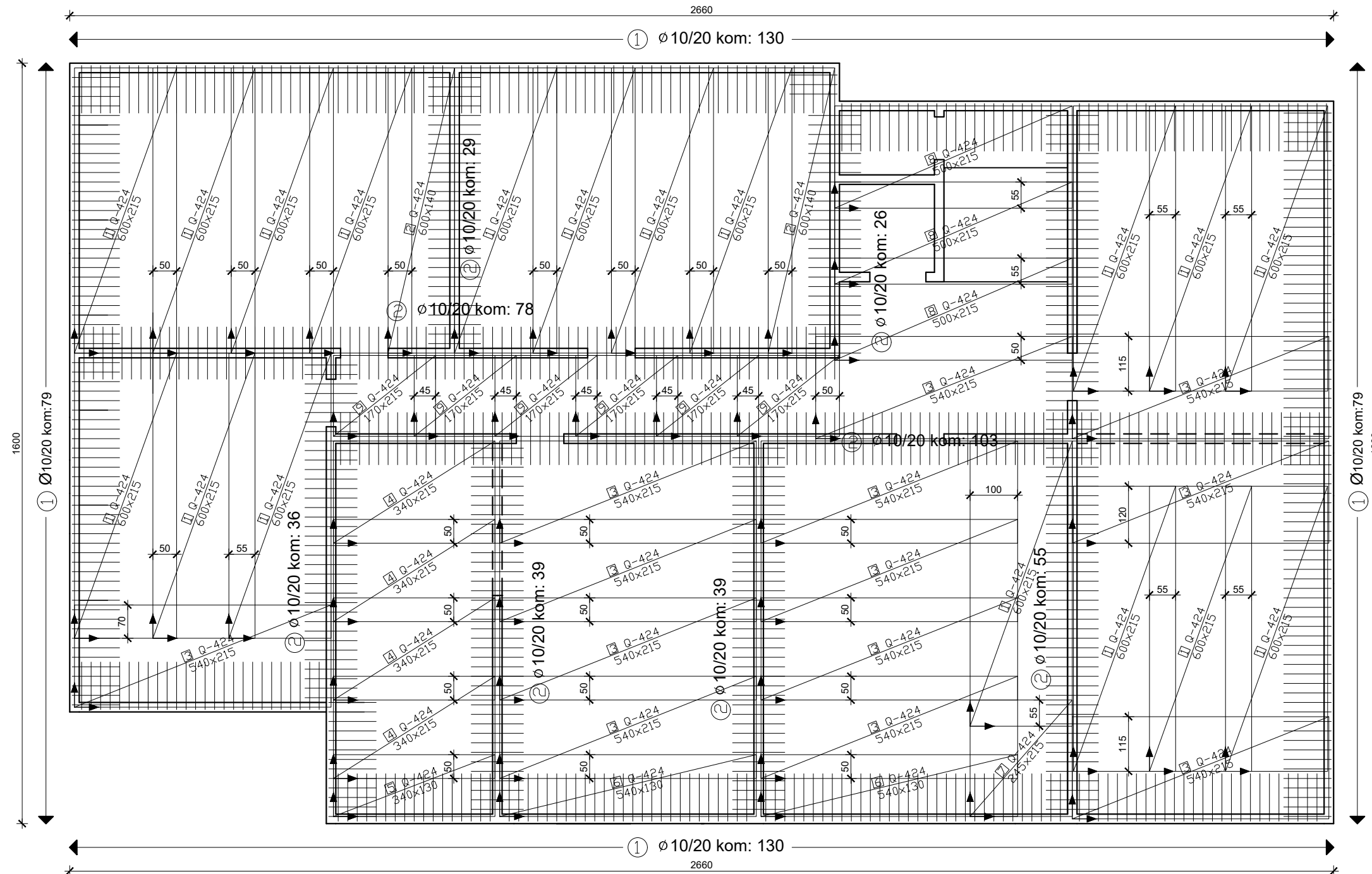


FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr

### DIPLOMSKI RAD

Tema: STATIČKI PRORAČUN NOSIVE BETONSKE KONSTRUKCIJE  
 Student: Dalibor Bečić datum: 05/2020.  
 Sadržaj: ARMATURA MEĐUKATNE PLOČE - gornja zona mjerilo: M 1:100  
 Broje priloga: PRILOG 15

# ARMATURA KROVNE PLOČE (donja zona) M1:100



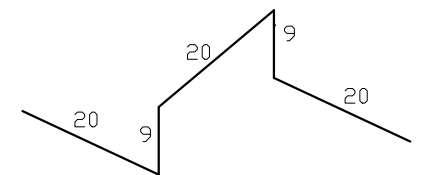
ISKAZ MREŽASTE ARMATURE  
Čelik B500B

POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KDM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q-424		600x215	18	6,81	1581,3
2	Q-424		600x140	2	6,81	114,4
3	Q-424		540x215	13	6,81	1027,8
4	Q-424		340x215	4	6,81	199,1
5	Q-424		340x130	1	6,81	30,1
6	Q-424		540x130	2	6,81	95,6
7	Q-424		245x215	1	6,81	35,9
8	Q-424		500x215	3	6,81	219,6
9	Q-424		170x215	6	6,81	149,3
UKUPNO:						3455 kg

ISKAZ REBRASTE ARMATURE  
Čelik B500B

POZ.	OBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m)	KDM.	L (cm)	MASA (kg)
①		10	0,649	421	209	571,0
②		10	0,649	423	110	302,0
③		8	0,409	920	78	293,5
UKUPNO:						1167 kg

**JAHAČ  
M1:10**

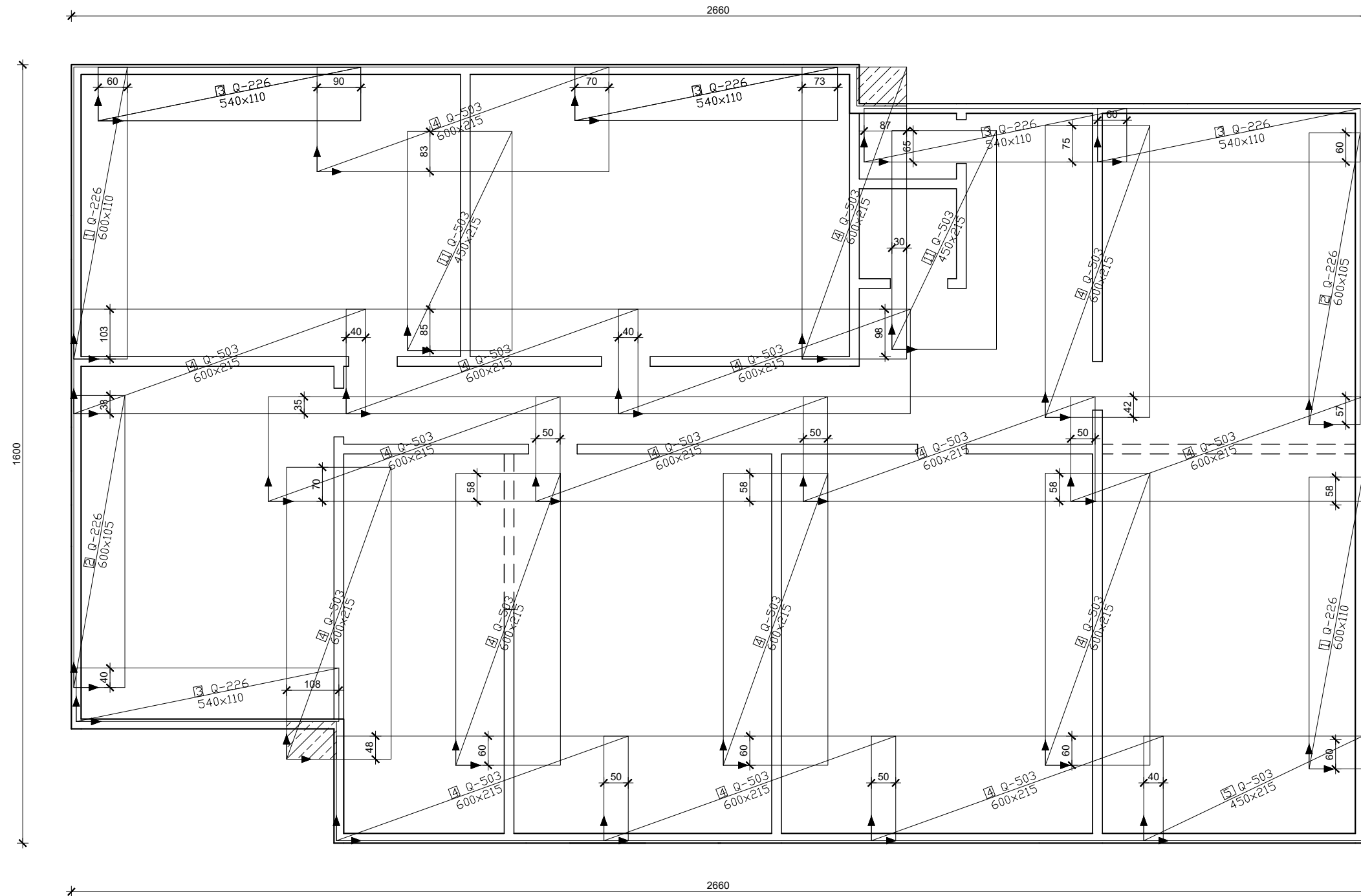


FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr

DIPLOMSKI RAD

Tema: STATIČKI PRORAČUN NOSIVE BETONSKE KONSTRUKCIJE  
 Student: Dalibor Bečić datum: 05/2020.  
 Sadržaj: ARMATURA KROVNE PLOČE - donja zona mjerilo: M 1:100  
 Broje priloga: PRILOG 16

# ARMATURA KROVNE PLOČE (gornja zona) M1:100



## ISKAZ MREŽASTE ARMATURE Čelik B500B

POZ.	TIP MREŽE	DBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q-226		600x110	2	3,63	47,9
2	Q-226		600x105	2	3,63	45,7
3	Q-226		540x110	5	3,63	107,8
4	Q-503		600x215	17	8,03	1761,0
5	Q-503		450x215	3	3,63	233,1
UKUPNO:					2196	kg



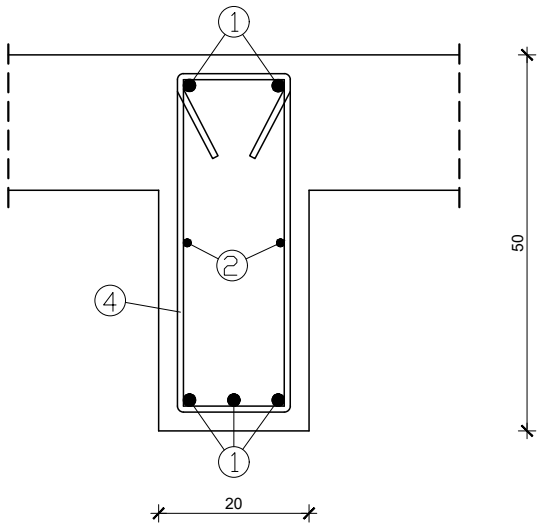
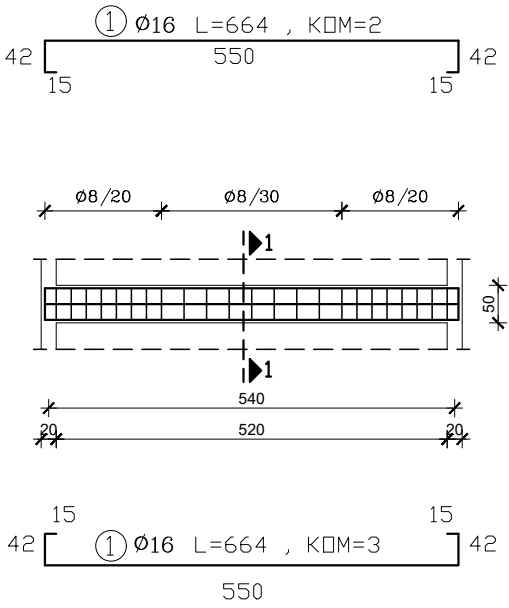
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT [www.gradst.hr](http://www.gradst.hr)

### DIPLOMSKI RAD

Tema:	STATIČKI PRORAČUN NOSIVE BETONSKE KONSTRUKCIJE	
Študent:	Dalibor Bečić	datum: 05/2020.
Sadržaj:	ARMATURA KROVNE PLOČE - gornja zona	mjerilo: M 1:100
Broje priloga:	PRILOG 17	

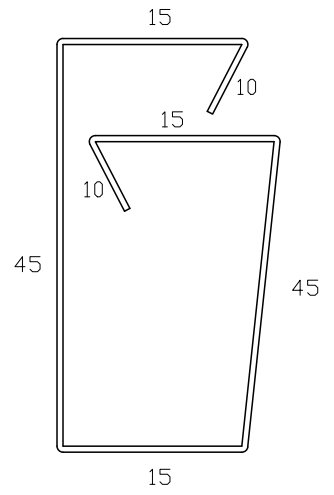
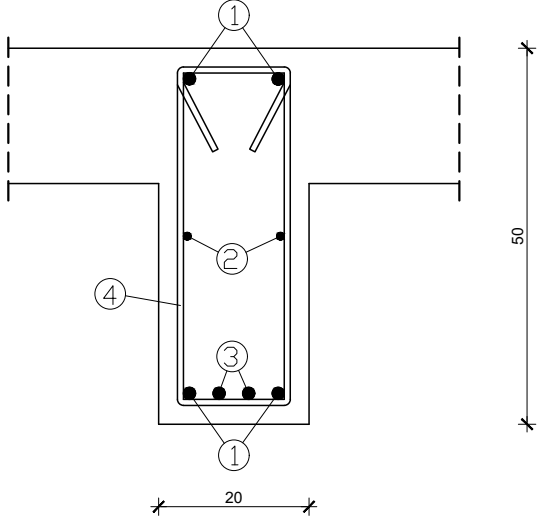
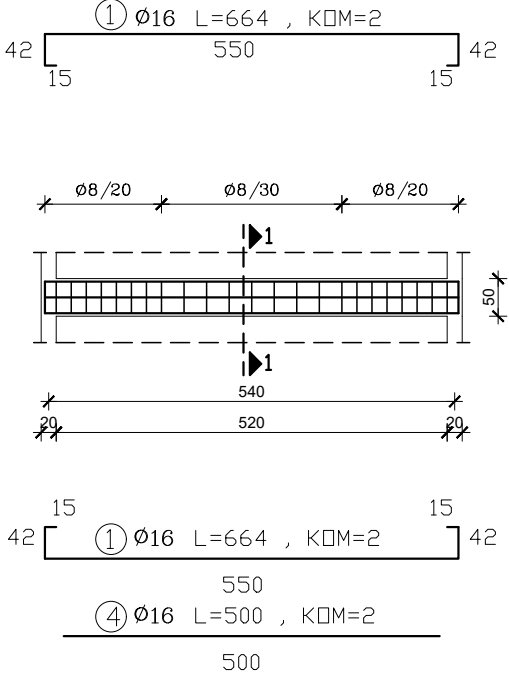
# PLAN ARMATURE MEĐUKATNE I KROVNE GREDE M1:10

PRESJEK 1-1 M1:10



ISKAZ REBRASTE ARMATURE Čelik B500B						
POZ.	DBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m)	KOM.	L(cm)	MASA (kg)
1	42 15 550 15 42	16	1,638	9	664	xxx
2	550	10	0,649	4	550	xxx
3	500	16	1,638	2	500	xxx
4	15 45 15 45	8	0,409	23	155	xxx
UKUPNO:						(KG)... xxx

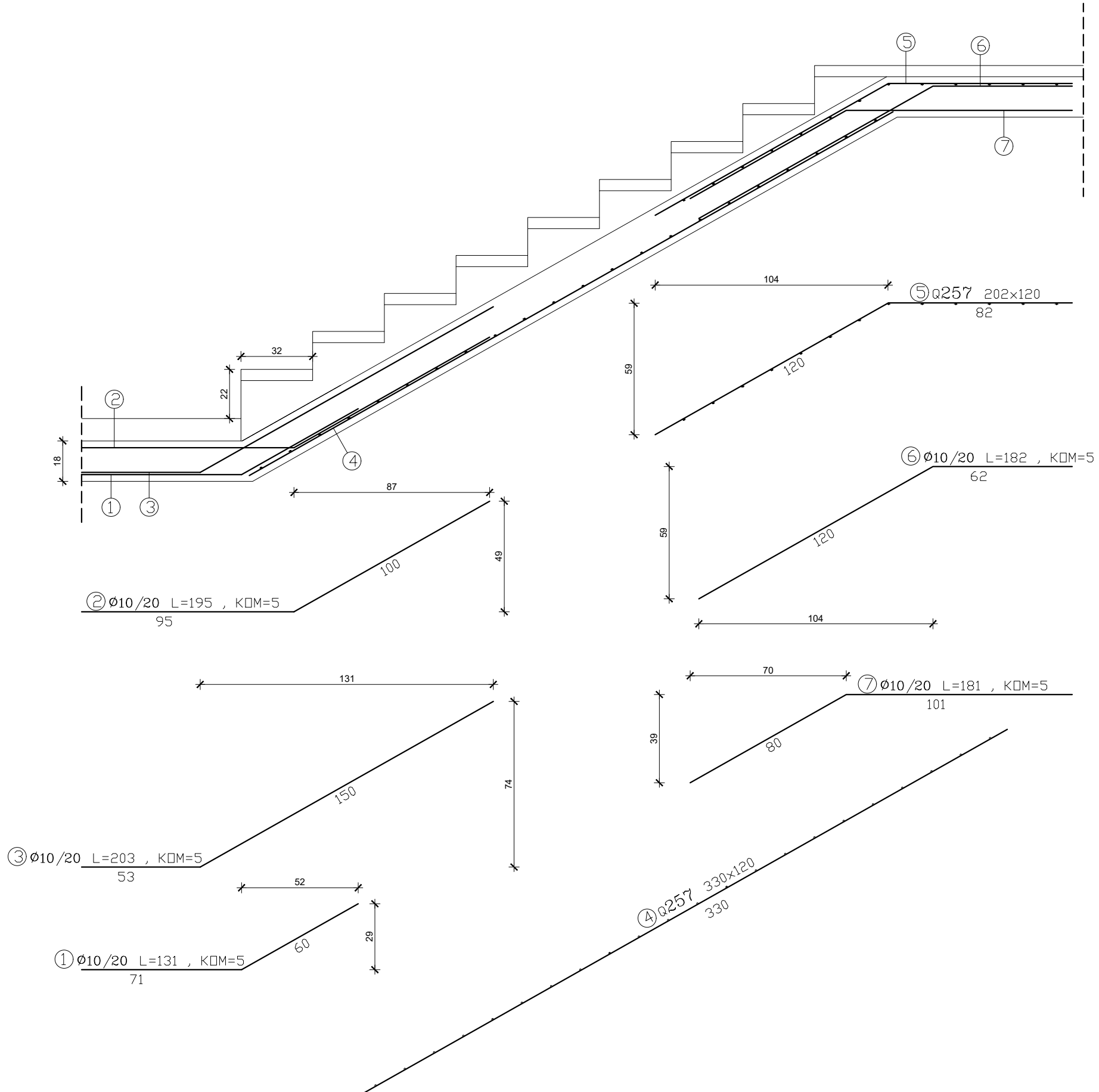
PRESJEK 1-1 M1:10



	<b>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE</b> Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT    www.gradst.hr	
	DIPLOMSKI RAD	
Tema:	STATIČKI PRORAČUN NOSIVE BETONSKE KONSTRUKCIJE	
Student:	Dalibor Bečić	datum: 05/2020.
Sadržaj:	ARMATURA MEĐUKATNE I KROVNE GREDE	mjerilo: M 1:10
Broje priloga:		PRILOG 18



# ARMATURA STUBIŠTA M1:20



ISKAZ MREŽASTE ARMATURE Čelik B500B						
POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
4	Q-257		330x120	1	4,16	16,5
5	Q-257		202x120	1	4,16	10,1
UKUPNO:					28 kg	

ISKAZ REBRASTE ARMATURE Čelik B500B						
POZ.	OBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m)	KOM.	L (cm)	MASA (kg)
①		10	0,649	5	131	4,3
②		10	0,649	5	195	6,3
③		10	0,649	5	203	6,6
⑥		10	0,649	5	182	5,9
⑦		10	0,649	5	181	5,9
UKUPNO:					29 kg	

	FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE	
	Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT <a href="http://www.gradst.hr">www.gradst.hr</a>	
DIPLOMSKI RAD		
Tema:	STATIČKI PRORAČUN NOSIVE BETONSKE KONSTRUKCIJE	
Student:	Dalibor Bečić	datum: 05/2020.
Sadržaj:	ARMATURA STUBIŠTA	mjerilo: M 1:20
Broje priloga:		PRILOG 19

PRESJEK DIMENZIONIRANOG ZIDA  
M1:10



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT www.gradst.hr

DIPLOMSKI RAD

Tema:	STATIČKI PRORAČUN NOSIVE BETONSKE KONSTRUKCIJE	datum: 05/2020.
Student:	Dalibor Bečić	mjerilo: M 1:10
Sadržaj:	PRESJEK DIMENZIONIRANOG ZIDA	PRILOG 20
Broje priloga:		